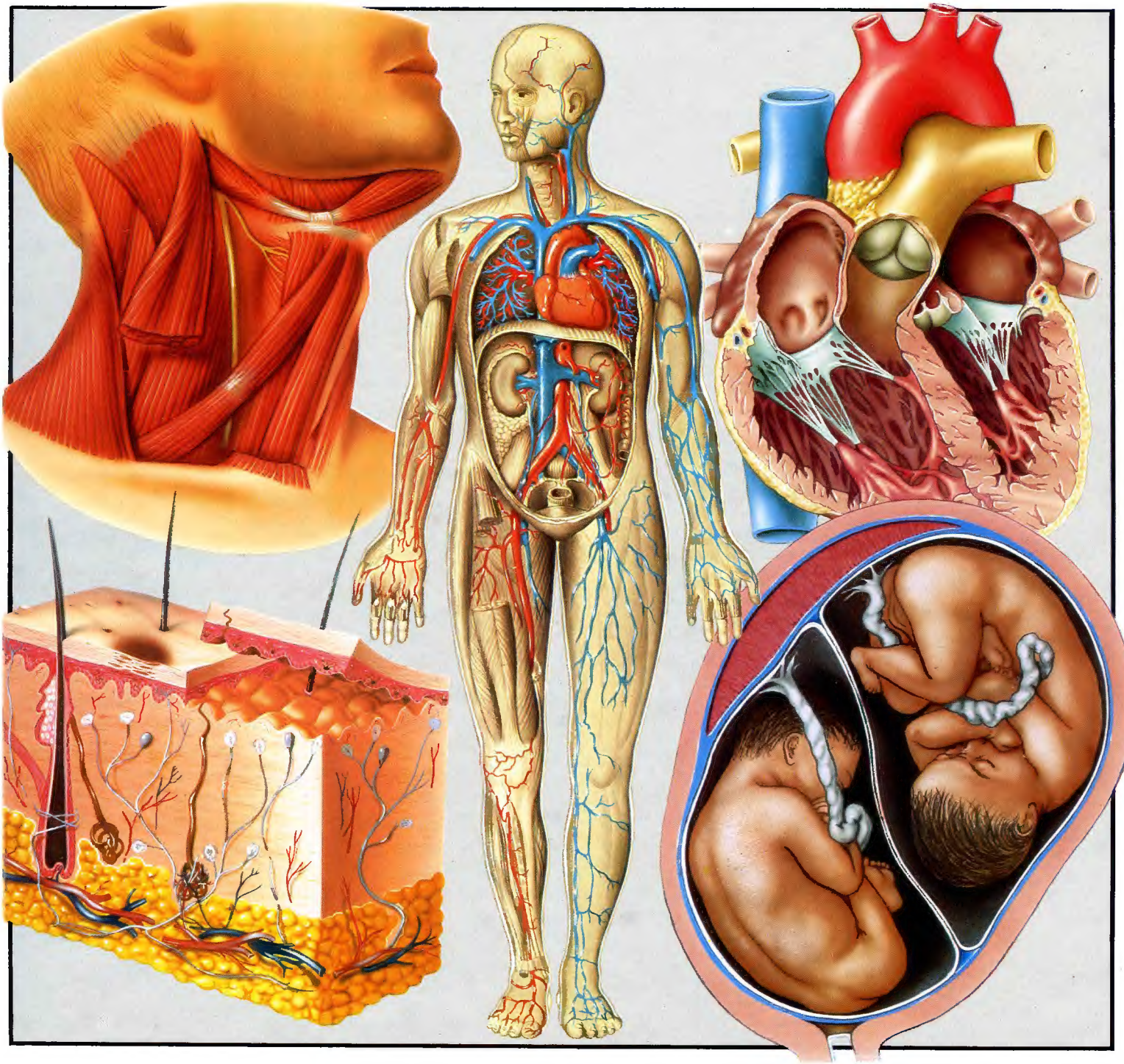
АНАТОМИЧЕСКИЙ АТЛАС



ТРЕВОР УЭСТОН, ДОКТОР МЕДИЦИНЫ

Человеческое тело — удивительный организм, постоянно задающий все новые и новые загадки, но мы, однако, привыкли рассматривать его как нечто само собой разумеющееся и хорошо нам известное. А знаете ли вы, что у нас на голове растет приблизительно 120 000 волос? Или что на поверхности нашего языка располагается более 9000 вкусовых сосочков? Можете ли вы назвать хотя бы пять из имеющихся десяти жизненно важных систем вашего тела? Это только некоторые факты, которые вы узна́ете, и некоторые области, которые вы будете исследовать, читая о таинственном живом создании, которым являетесь *вы*.

Анатомический атлас написан понятным языком и легко читается, он содержит много информации и доступен пониманию каждого. Эта книга является полным и точным руководством по изучению строения человеческого тела и одновременно дает общее представление о том, как функционирует наш организм.

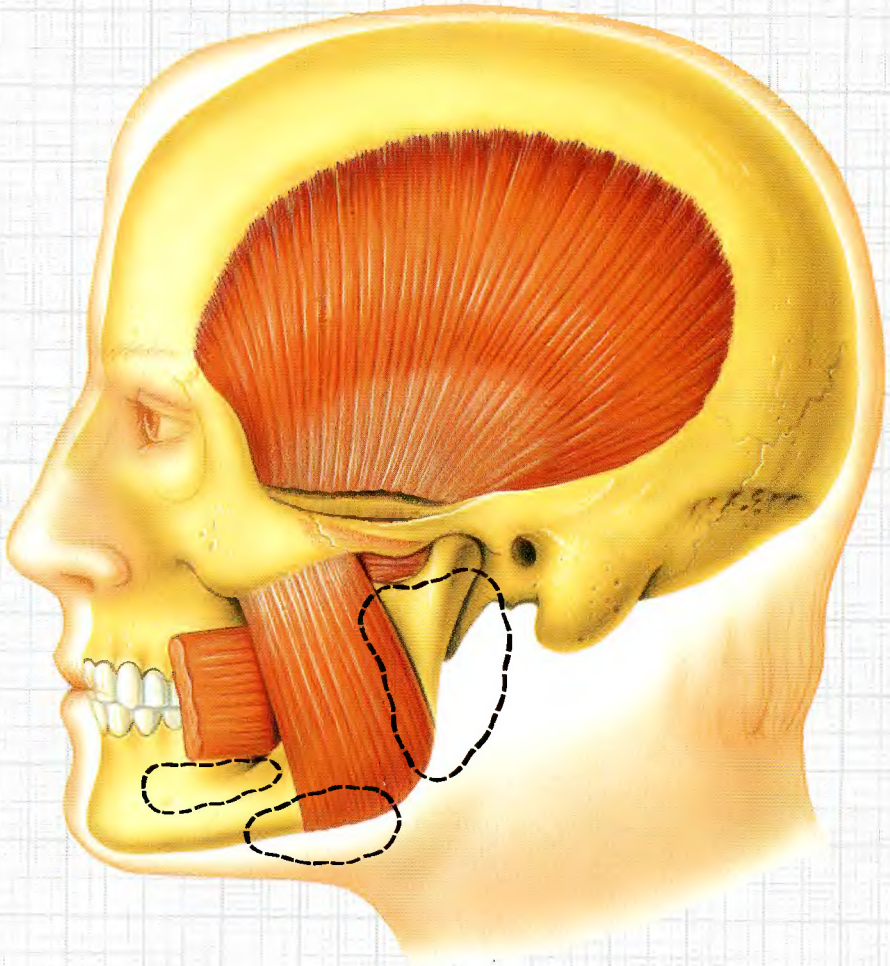
Во вступительной статье тело человека рассматривается в целом, его основные составные части и функции, закладывается основа для понимания подробной информации, содержащейся в последующих главах.

Сложный процесс репродукции человека станет более понятным, когда вы рассмотрите роль хромосом и генов, которые определяют наследственные характеристики человека. Вас поразит картина всех стадий процесса пищеварения в организме: пища будет проходить расстояние примерно в 10,5 метров. Нервная система человека, пожалуй, наиболее трудная для понимания, классифицирована в атласе и объяснена детально и четко.

Текст «Анатомического атласа» написан и проверен специалистами в области медицины. Для лучшего усвоения материала дано много красочных иллюстраций, выполненных художниками, имеющими большой опыт анатомического рисунка. В конце атласа помещены полезный словарь-справочник и подробный указатель. Кем бы вы ни были — студентом, начинающим изучать биологию, или просто человеком, ищущим хороший справочник по анатомии, — эта книга именно та, что вам нужна!

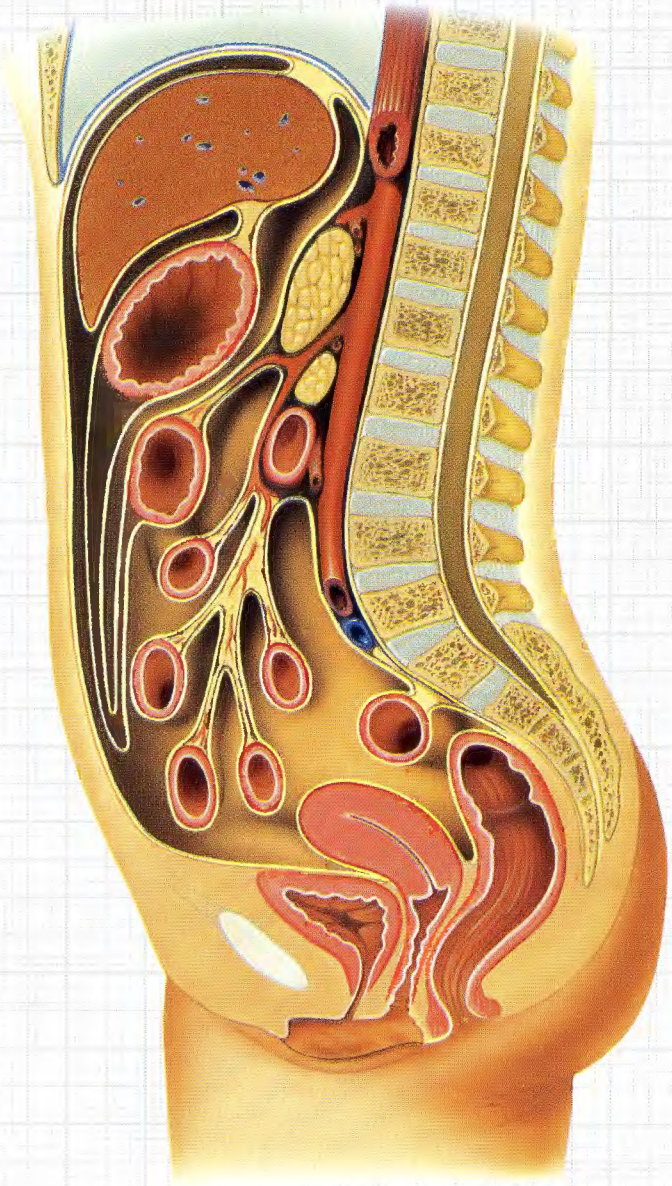
Тревор Уэстон имеет необычайно богатый и обширный опыт медицинской практики, так как долгое время работал врачом широкого профиля и одновременно врачом-консультантом в больнице. После получения диплома врача он служил в 1953—1955 годах в Королевском военно-медицинском корпусе. В 1961 году ему была присуждена степень доктора медицины за исследование причин глухоты людей пожилого возраста. В 1967—1984 годы доктор Уэстон работал редактором популярной серии *«Домашний доктор»*, издававшейся Британской медицинской ассоциацией. Он был основателем и председателем Аудиовизуальных курсов санитарного просвещения и главным редактором-консультантом в медицинских выпусках *«Ответы врача»*. Доктор Уэстон награжден золотой медалью Баттеруорта, ежегодно присуждаемой Королевским колледжем врачей широкого профиля.

АНАТОМИЧЕСКИЙ АТЛАС



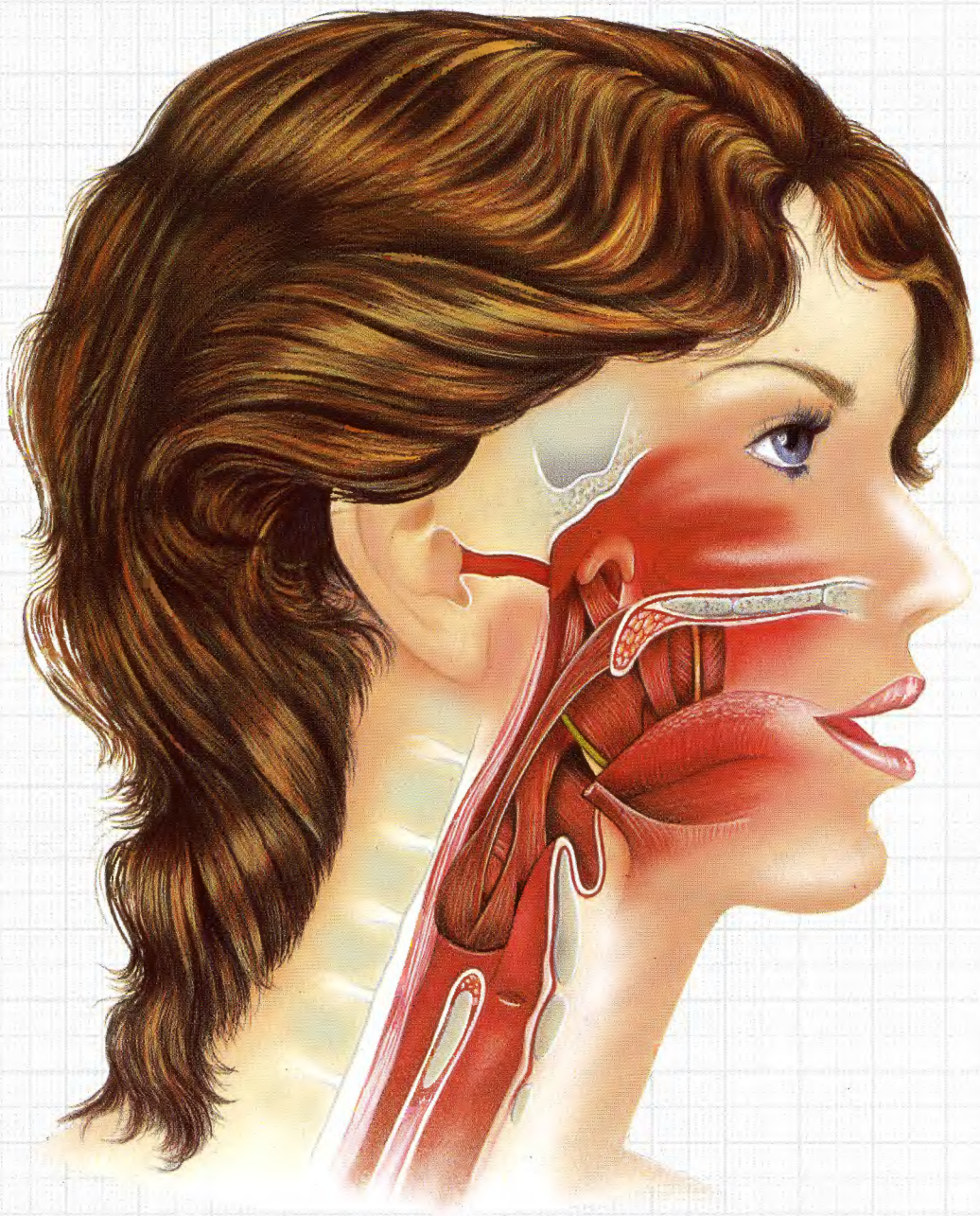
АНАТОМИЧЕСКИЙ АТЛАС

ТРЕВОР УЭСТОН, доктор медицины,
член Королевского колледжа врачей широкого профиля



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАРШАЛЛ КЭВЕНДИШ»

ББК 28.706я6



Издано «Маршалл Кэвендиш Букс»
(отделение «Маршалл Кэвендиш Партуеркс Лимитед»)
119 Уордауэр Стрит, Лондон W1V3TD

© Маршалл Кэвендиш Лимитед
1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997
© ГМП «Первая Образцовая типография», перевод,
русское издание, 1996, 1997, 1998

Все права сохраняются. Ни одна часть этого издания
не может быть воспроизведена в любой форме или любым
способом, электронным, механическим, фотокопировальным
или каким-либо иным без предварительного разрешения
издателей и владельца копирайта.

ISBN 5-7164-0002-7

Содержание

Введение **10**

ГЛАВА 1
СТРОЕНИЕ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА **12**
Органы 13
Системы тела человека 16
Оболочки 17
Клетки и хромосомы 18
Обмен веществ 20
Гомеостаз 21

ГЛАВА 2
КОСТНАЯ СИСТЕМА И КОЖА **22**
Кости и хрящи 23
Суставы и связки 30
Кожа 33

ГЛАВА 3
МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА **36**
Мышцы 37
Сухожилия 41

ГЛАВА 4
НЕРВНАЯ СИСТЕМА **42**
Нервные клетки 43
Периферическая нервная система 44
Центральная нервная система 46
Глаза 50
Уши 54
Обонятельные и вкусовые рецепторы 57
Осязательные рецепторы 60
Речь 61
Координация 64

ГЛАВА 5
ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА **66**
Гормоны 67
Эндокринные железы 70

ГЛАВА 6
СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ **78**
Нос 79
Горло 80
Легкие 82
Дыхание 84

ГЛАВА 7
СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА **86**
Кровь 87
Сердце 90
Кровеносные сосуды 92
Кровообращение 94

ГЛАВА 8
ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА **96**
Лимфатические сосуды 97
Органы и ткани 98

ГЛАВА 9
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА **102**
Пищеварение 103
Рот 106
Пищевод и желудок 111
Тонкая кишка 113
Печень 116

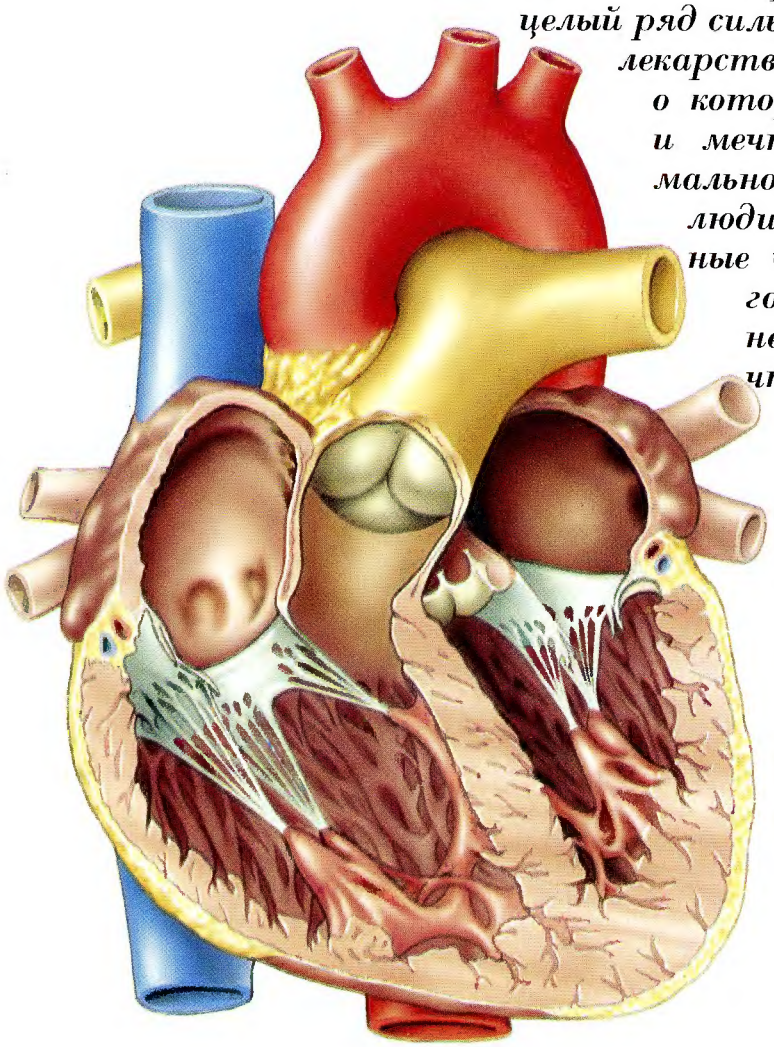
ГЛАВА 10
ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА **120**
Выделение 121
Толстая кишка 123
Почки 126
Мочевой пузырь 128
Потовые железы 129

ГЛАВА 11
РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА **130**
Половые органы 131
Менструация 140
Размножение 142

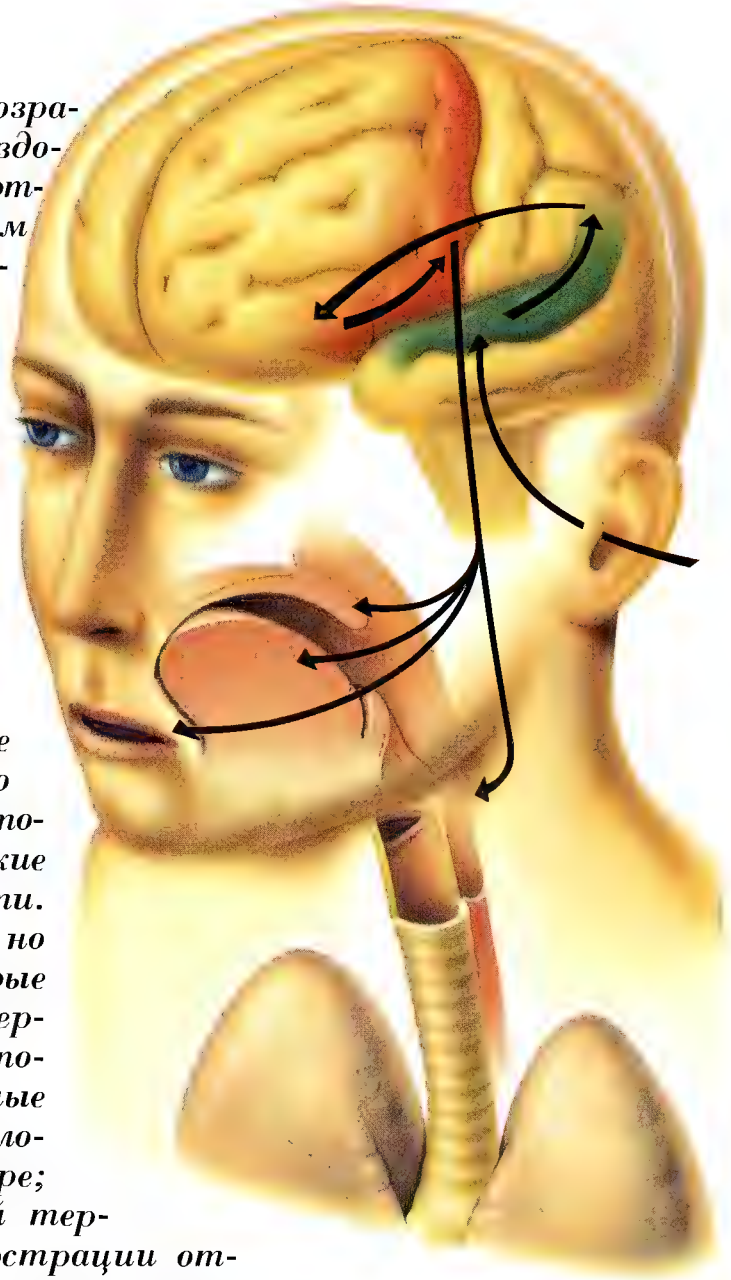
СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК **148**
УКАЗАТЕЛЬ **154**

Введение

Одной из наиболее поразительных черт современной жизни является то, что мы живем в мире, в котором люди гораздо больше знают о внутреннем устройстве автомобиля или о работе компьютера, чем о том, что происходит внутри их собственного организма. Не менее удивительно и то, что хотя большинство людей имеют достаточное образование, позволяющее им зарабатывать себе на жизнь и полноценно использовать свободное время, очень немногие из них хорошо осведомлены, как функционирует их организм и какие нарушения могут в нем происходить. А ведь именно от состояния организма человека зависит вся его деятельность, все его занятия! Такое положение дел не только удивляет, но и внушает опасения, потому что сейчас как никогда раньше состояние здоровья — вплоть до решения вопросов жизни или смерти — находится в руках самих людей. Врачи имеют сегодня в своем арсенале целый ряд сильнодействующих и высокоэффективных лекарственных препаратов и иных средств, о которых несколько лет назад нельзя было и мечтать. Но использовать их с максимальной отдачей можно лишь тогда, когда люди знают, как функционируют различные части и органы тела, и могут благодаря этим знаниям быстрее осознать необходимость обращения к врачу, когда что-то начинает их беспокоить.



Основной целью АНАТОМИЧЕСКОГО АТЛАСА является желание помочь читателям избавиться от этого нелепого и ненужного невежества относительно собственного организма. Такой атлас — не только полезный справочник, но и книга, абсолютно необходимая в доме каждого сознательного человека, который желает себе и своим детям полноценной, здоровой жизни. И очень своевременно появление такой книги именно



в наши дни, когда люди чувствуют все возрастающий интерес к сохранению своего здоровья и все больше осознают важность партнерских отношений со своим лечащим врачом, при которых наилучшие результаты лечения достигаются тогда, когда пациент имеет определенные знания относительно своего организма.

Однако АНАТОМИЧЕСКИЙ АТЛАС ценен не только как необходимый домашний справочник, его можно использовать и как учебное пособие. Он знакомит и с анатомией человека, и с функциями различных частей тела, их строением, то есть со всей областью физиологии человека. Это полное и исчерпывающее описание, исключающее упрощенный подход. Дано множество специальных медицинских терминов, которыми пользуются врачи и медицинские сестры в своей практической деятельности. Книга обладает двумя скромными, но очень важными достоинствами, которые предопределили ее успех у читателя. Первое: книга написана точным языком, позволяющим представить очень сложные процессы, происходящие в организме человека, и в доступной для читателя манере; текст не перегружен узкоспециальной терминологией. Второе: прекрасные иллюстрации открывают взору в яркой выразительной манере тайны человеческого тела, выполнены талантливо, как бы достойно дополняют великолепие структур и функций человеческого тела.

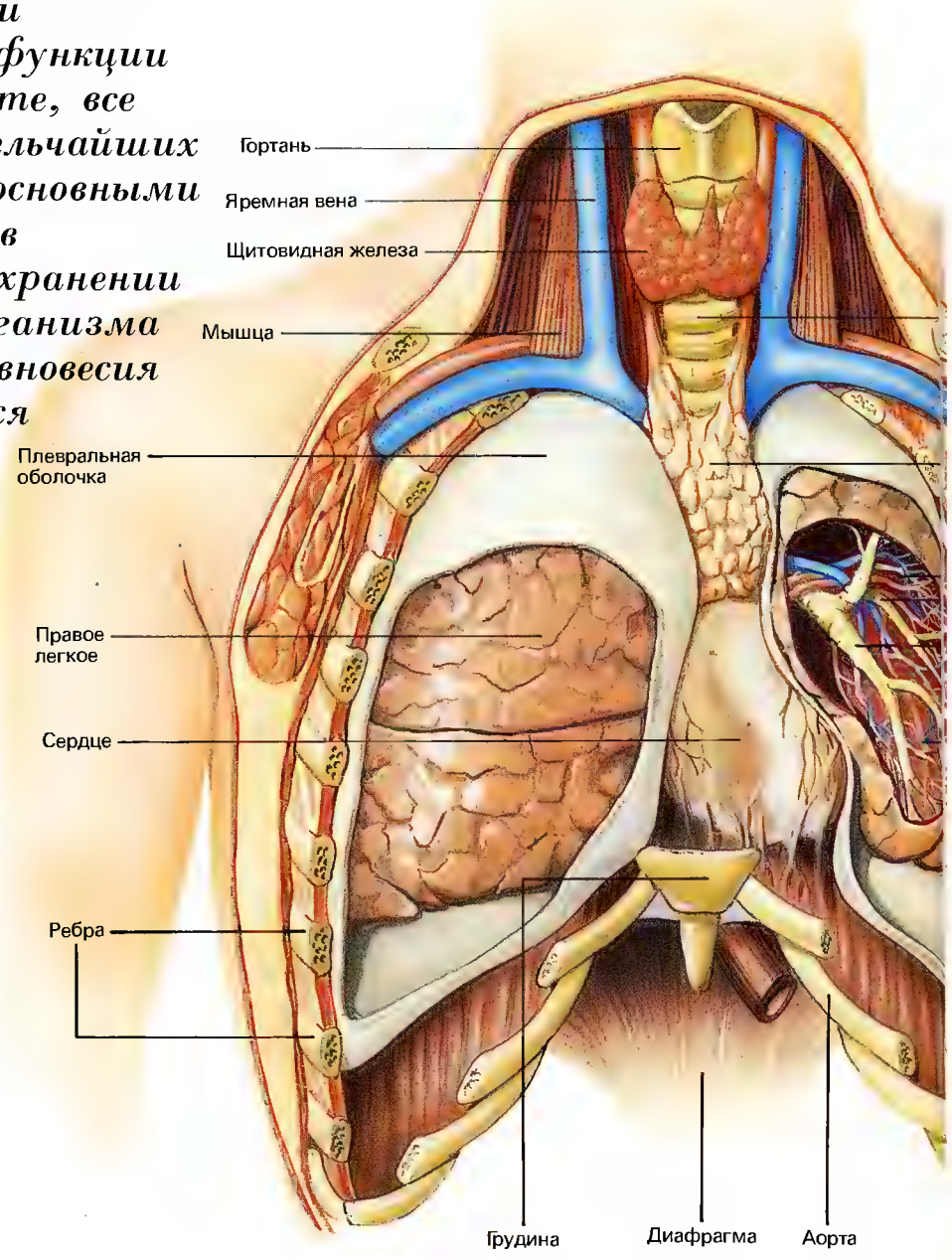
Я очень хорошо помню то волнение, какое я испытывал, когда в первый раз, будучи студентом медицинского факультета, начал исследовать пленительный мир, спрятанный под нашей кожей. Это продолжающееся с тех пор путешествие внутрь тела человека увлекает и поражает меня и по сей день — путешествие, которое вы, с помощью этой книги, можете теперь совершить сами.

ТРЕВОР УЭСТОН, доктор медицины,
член Королевского колледжа врачей широкого профиля

ГЛАВА 1

СТРОЕНИЕ ТЕЛА ЧЕЛОВЕКА

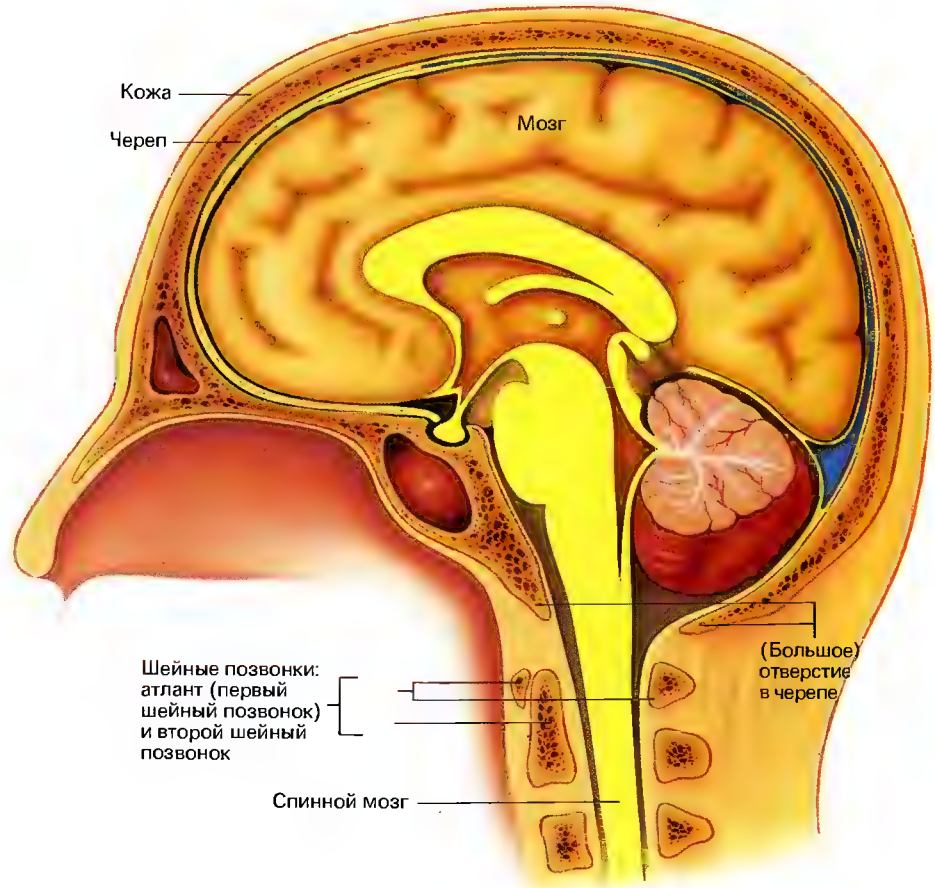
Анатомия человека изучается, как правило, путем рассмотрения разнообразных органов тела. Многие из этих органов вместе с приданными им структурами можно сгруппировать в различные системы, которые во взаимодействии осуществляют конкретные функции организма. В конечном счете, все системы организма — до мельчайших клеток, которые являются основными компонентами всех органов и тканей, — участвуют в сохранении здоровья и поддержании организма в состоянии внутреннего равновесия при постоянно меняющихся обстоятельствах.

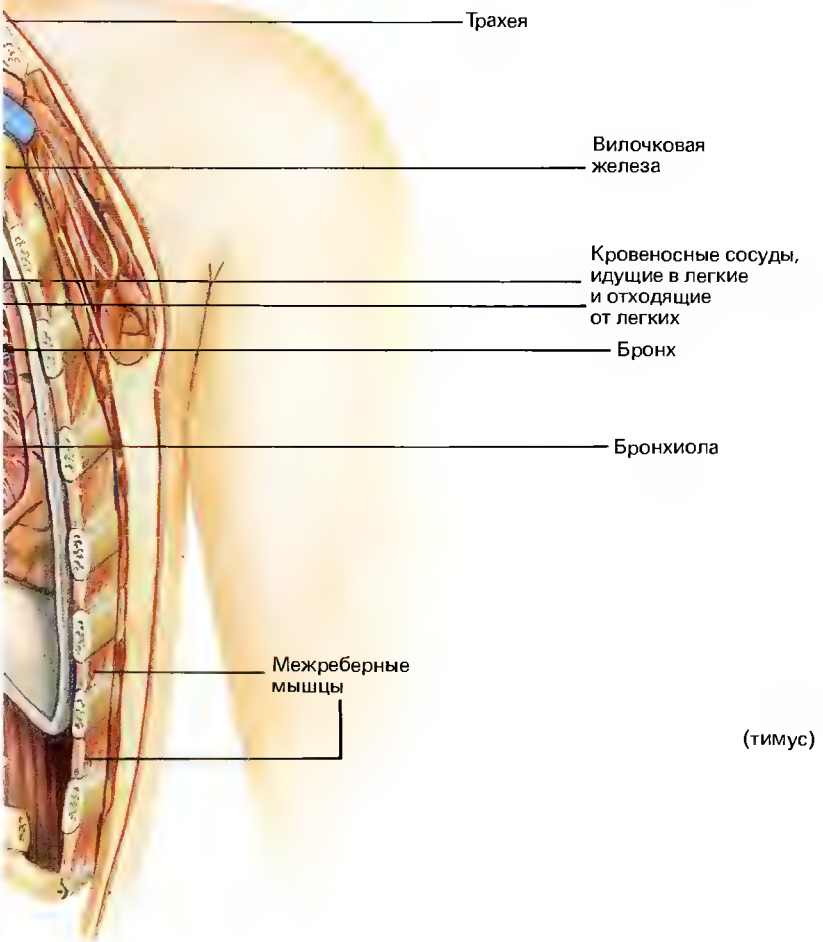


Полость грудной клетки простирается от нижней части шеи до диафрагмы, которая отделяет грудную клетку от брюшной полости. Органы, включая сердце и легкие, заключены в реберный панцирь (ребра) и защищены ими.

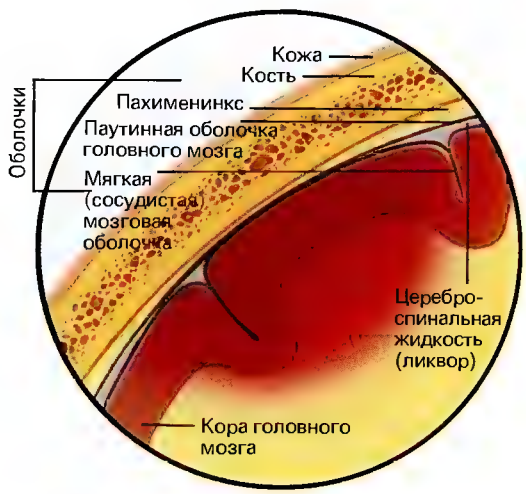
Органы

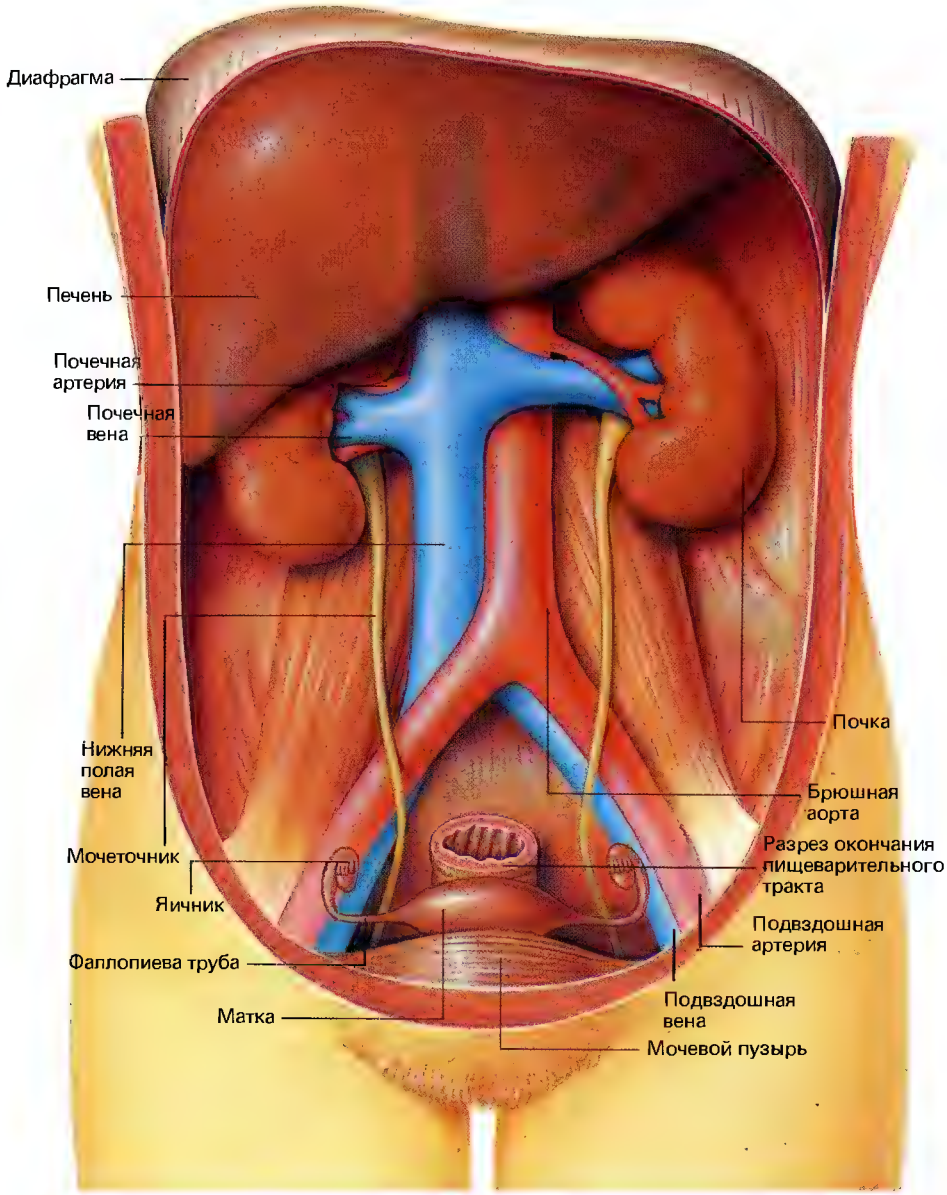
Строение, то есть структура, означает лишь тот или иной способ соединения частей. О человеческом теле мы можем говорить как о невероятно сложной структуре, и изучать ее можно, рассматривая основные элементы и исследуя то, как они соединяются. Это и есть основная задача анатомии — описать форму и устройство частей тела. Продолжение анатомии — физиология — рассматривает то, как работают различные части тела. Но поскольку строение органа и его функции находятся в неразрывной связи, анатомия и физиология очень тесно связаны друг с другом. Например, описание строения желудка невозможно без ознакомления с его конкретными функциями, то есть без ознакомления с процессом пищеварения. Орган — отдельная единица, состоящая из различных тканей с определенной структурой и функцией. Таким образом, он представляет собой удобный объект, с которого можно начать изучение человеческого тела. Перед тем как перейти к более детальному рассмотрению строения тела





Мягкие ткани мозга заполняют черепную полость выстланной прочной защитной тканью, которая называется твердой мозговой оболочкой, или пахименинксом (см. рисунок внизу с. 13). Спинной мозг входит в основание черепа через отверстие в черепе и отсюда идет дальше в черепную полость, образуя ствол мозга.





Брюшная полость женского тела с удаленным пищеварительным трактом. Почти все женские репродуктивные органы находятся внутри этой полости, но занимают относительно мало места. Сравните размер матки с размером печени.

человека, стоит обратиться к важнейшим его частям, которые содержатся в трех больших полостях тела: в черепе, грудной клетке и брюшной полости.

Черепная полость

Череп состоит из двух частей: черепной полости, в которой заключен мозг, и лица, которое является каркасом для глаз, носа и рта.

Мозг заполняет всю черепную полость. Его рост определяет форму черепа. Первоначально кости черепа соединяются между собой хрящем, который позволяет костям быть подвижными. Хрящ постепенно заменяется костью в первые 18—24 месяца жизни человека, после чего череп становится твердым (неподвижным). Мозг представляет собой мягкое желеобразное вещество, легко рвущееся или мнущееся. Оно покрыто необычайно прочным слоем ткани, называемой твердой мозговой оболочкой (пахименинксом), эта оболочка и кости черепа являются защитным покрытием мозга. Однако если мозг поврежден и набухает, эти ткани тоже деформируются в результате давления на черепные кости.

Меньшие по размеру полости включают носовую полость и еще меньшие синусы, или воздушные полости, отходящие от носовой полости. Челюсти обычно рассматриваются как придаток черепа.

У основания черепа имеется несколько отверстий, позволяющих артериям, нервам и венам проходить внутрь него. Самое большое отверстие, называемое большим отверстием в черепе, является проходом для спинного мозга.

Полость грудной клетки

Грудная клетка — это костный остов, содержащий в себе два важнейших органа человеческого тела: легкие и сердце. Их основная функция — переносить кислород из воздуха в ткани тела, что является самым важным фактором для поддержания жизни организма.

Ребра расположены сразу под кожей грудной клетки. Они заключают легкие и сердце со всех сторон, кроме нижней, и напоминают по форме колокол. Ребра крепятся сзади к позвоночнику, а нижнее основание перекрывается диафрагмой — толстой мускульной пластиной, отделяющей содержимое грудной клетки от брюшной полости.

Между ребрами расположены межреберные мышцы. Таким образом, оболочка грудной клетки представляет собой колоколообразный мускульный мешок — с ребрами в качестве подпорок, который при расширении и сокращении впускает и выпускает воздух через трахею, идущую вверх из грудной клетки в область шеи.

Вся внутренность грудной клетки выстлана оболочкой, называемой плеврой. Подобные же оболочки покрывают легкие и сердце. Когда плевра воспаляется, состояние это называется плевритом.

Левое и правое легкие заполняют бóльшую часть грудной клетки и соединены с трахеей их трубками — главными бронхами. Меньшие трубки — бронхи — разветвляются затем древовидно от главного бронха в каждое легкое, перенося воздух в альвеолярные мешочки в легких, где кислород извлекается из воздуха и переносится в кровь, а углекислота — продукт отхода человеческого организма — движется в противоположном направлении.

Сердце лежит впереди между двумя легкими в своем собственном пленчатом мешке. Сердце получает кровь от тела через правосторонние нагнетательные камеры (правое предсердие и правый желудочек) и откачивает ее в легкие. Кровь возвращается, обогащенная кислородом, в предсердие и желудочек левой стороны сердца, откуда она перекачивается в главную артерию тела — аорту.

Кроме сердца и легких, грудная клетка содержит пищевод, который проводит пищу изо рта в желудок, расположенный сразу под диафрагмой. Здесь имеется еще вилочковая железа (тимус), которая расположена вверху грудной клетки перед трахеей. Эта железа регулирует защитные механизмы организма.

Брюшная полость

Брюшная полость — самая большая полость человеческого тела — простирается от диафрагмы вниз до паховой области. Она ограничена сзади позвоночником, сверху — ребрами, передняя же часть

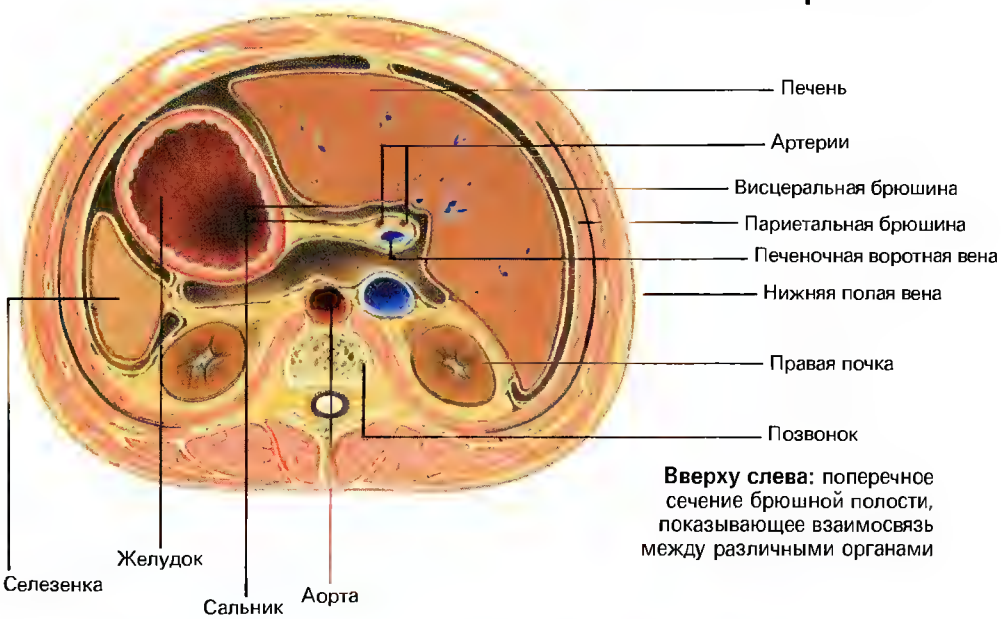
брюшной полости покрыта плотным мышечным прессом, который можно почувствовать при его втягивании. В брюшной полости помещается очень много органов, часто называемых внутренними органами. Почти весь пищеварительный тракт расположен внутри брюшной полости, начиная с желудка, расположенного сразу под диафрагмой, и кончая прямой кишкой, которая опорожняется через задний проход. Пищеварительный тракт — это пищеперерабатывающая и выделительная система: она расщепляет пищу на различные вещества, поглощаемые кровью и разносимые по всем частям тела, и выбрасывает неусвояемые отходы. Важную поддержку пищеварительному тракту оказывают брюшные железы, такие как печень и поджелудочная железа, а также селезенка, которая уже является частью лимфатической системы. Огромное количество кровеносных сосудов обслуживает все органы и нервы брюшной полости.

Позади пищеварительного тракта расположены почки, соединенные мочеточниками с мочевым пузырем, который помещается в самой нижней части брюшной полости и где скапливается моча перед выделением ее из организма. Тесно связана с мочевыделительной системой репродуктивная система. У женщин все половые органы расположены внутри брюшной полости, но у мужчин некоторые половые органы — перед самым рождением — выходят наружу, где и остаются постоянно.

Может показаться невероятным, что так много жизненно важных органов помещается в довольно небольшом пространстве, но примерно десять метров кишок закручено в спирали так, чтобы вместиться внутри брюшной полости. Чтобы все было на своем месте, брюшная полость выстлана оболочкой — брюшиной, — и внутренние органы прикрепляются к ней прослойками и жилками тканей, которые называются брыжейками.

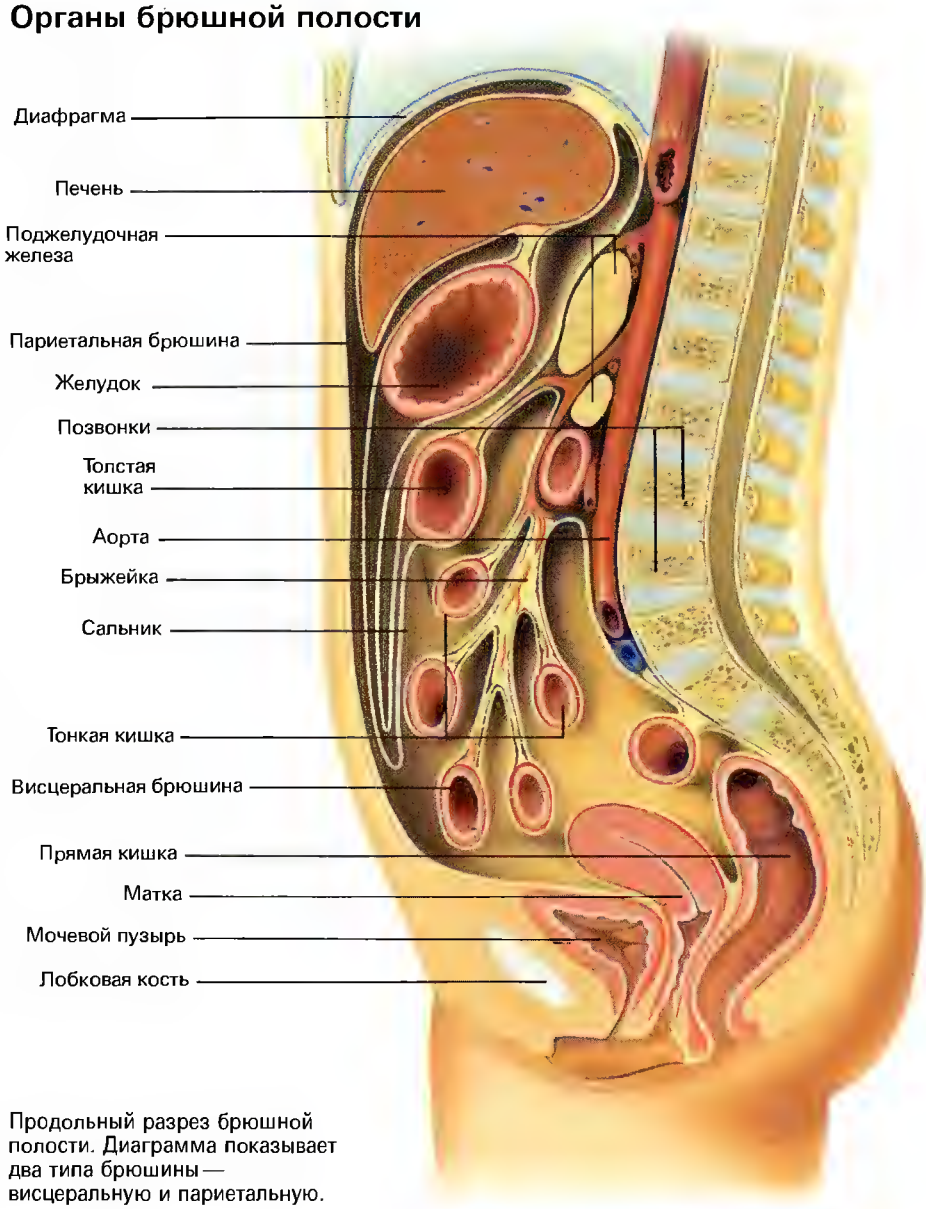
Брюшина покрывает все органы, расположенные внутри брюшной полости. Так, печень, желудок и кишечник покрыты брюшиной, кроме того селезенка, желчный пузырь, поджелудочная железа, матка и аппендикс тоже покрываются брюшиной. Функция брюшины состоит в том, что она позволяет различным структурам внутри брюшной полости свободно двигаться. Брюшина покрывает не только такие органы, как желудок, но и выстилает изнутри всю брюшную полость. Первая известна под названием висцеральная (внутренностная) брюшина, вторая — париетальная (пристеночная) брюшина. Париетальная брюшина имеет исключительно чувствительные нервные узлы, для того чтобы любое повреждение или воспаление этого участка брюшины сигнализировалось нам острой локализованной болью. Висцеральная брюшина не настолько чувствительна, и боль ощущается, например, лишь в том случае, когда происходит растяжение или вздутие кишок.

Положение брюшины



Вверху слева: поперечное сечение брюшной полости, показывающее взаимосвязь между различными органами

Органы брюшной полости



Продольный разрез брюшной полости. Диаграмма показывает два типа брюшины — висцеральную и париетальную.

Системы тела человека

Чтобы лучше понять, как различные органы связаны между собой, организм человека изучается по системам — группам органов, функционирующих вместе. Одна из самых известных — пищеварительная система. Другие системы, объединяющие группы органов, следующие: костная система (скелет), наружный покров, или кожа, мышечная система, лимфатическая и сердечно-сосудистая система, нервная система, дыхательная система, выделительная система, эндокринная и гормональная системы и репродуктивная система. Каждая из этих систем рассматривается в отдельности в последующих главах.

Органы объединены в систему не только потому, что они взаимосвязаны, но еще и потому, что это — одни и те же типы тканей. Имеется четыре основных типа тканей:

Эпителиальная ткань, или эпителий, — ткань, покрывающая или выстилающая органы тела. Многие из них выделяют такие вещества, как гормоны.

Мышечная ткань обладает свойством сокращаться, в результате чего у всего тела и его внутренних структур появляется способность движения. Сердце почти полностью состоит из мышечной ткани.

Соединительная ткань, включающая кости и сухожилия, соединяет, поддерживает и расширяет структуры тела. Эта ткань — либо неплотная (проницаемая) и служит опорой между тканями или внутри них, либо — плотная (непроницаемая). Сухожилия и связки — пример плотных тканей.

Нервная ткань относится к нервной системе. Она помогает частям тела работать слаженно, обеспечивая быстрые и эффективные средства связи и регуляции. Нервные ткани состоят из клеток и их отростков. Другие ткани, как например соединительные, тоже взаимодействуют с нервными тканями, но они не входят в их состав.

Система	Основные органы и структуры
Костная	Все кости тела, хрящи, суставы и связки, соединяющие их
Мышечная	Мышцы тела, одни из которых регулируются сознательно (скелетные или поперечно-полосатые мышцы), другие регулируются без участия сознания (гладкие или непроизвольно сокращающиеся мышцы)
Нервная	Мозг, органы чувств (глаза, уши, вкусовые сосочки, обонятельные и осязательные рецепторы), нервы, спинной мозг
Эндокринная	Гормонопроизводящие железы: гипофиз, щитовидная железа, паращитовидная железа, надпочечники, поджелудочная железа, вилочковая железа (тимус), части яичек и яичников и небольшая группа тканей в кишечнике
Дыхательная	Легкие, бронхи (трубки к легким), трахея, рот, гортань, нос, диафрагма
Сердечно-сосудистая	Сердце, артерии, вены, капилляры, кровь
Лимфатическая	Структуры, участвующие в циркуляции лимфы и в защите организма от болезней, включая лимфатические узлы, лимфатические сосуды, селезенку, миндалины, аденоиды, вилочковую железу (тимус)
Пищеварительная	Рот, зубы, язык, слюнные железы, пищевод, желудок, тонкая кишка, печень, желчный пузырь, поджелудочная железа
Выделительная	Органы и железы, участвующие в выведении из организма отходов: потовые железы, толстый кишечник и мочевыделительная система (почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал (уретра)
Репродуктивная	Мужская: яички, половой член, предстательная железа, семенные пузырьки, мочеиспускательный канал (уретра) Женская: яичники, фаллопиевы трубы, матка, шейка матки, влагалище, наружные половые органы (вульва) Мужские и женские половые гормоны, влияющие на половое развитие и половые функции и вторичные половые признаки у женщин, то есть менструацию

Оболочки

Оболочки — слои тканей, которые покрывают, выстилают и разделяют внутренние органы. Имеется пять основных типов оболочек.

Слизистые оболочки обычно выстилают трубки, например в пищеварительном тракте. Синовиальные оболочки покрывают поверхности суставов и сухожилия. Серозные оболочки окружают органы грудной клетки и желудок. Особая категория — мозговые оболочки — покрывают мозг и спинной мозг.

Каждая клетка из миллионов клеток, из которых и состоит наше тело, а также микроскопически малые отсеки в этих клетках заключены в оболочки и разделены ими.

Как видно из названия, слизистые оболочки содержат специальные клетки, выделяющие вязкую жидкость, называемую слизью. Среди ее многочисленных функций следует назвать борьбу с инфекцией (слизь содержит антитела, «защитные отряды» организма), а также увлажнение и сохранение пластичности горла, носа и всего пищеварительного тракта.

Некоторые слизистые оболочки, в особенности те, что находятся в органах дыхания, содержат клетки с дополнительными функциями. Отходящие от них волосовидные отростки называются ресничками, которые волнообразно двигаются, выталкивая тем самым ненужные инородные тела, чтобы удалить их с кашлем из организма.

Оболочки, выстилающие кишечник, свернуты в пальцеобразные отростки, называемые ворсинками, и служат для увеличения поверхности, необходимой для процесса пищеварения.

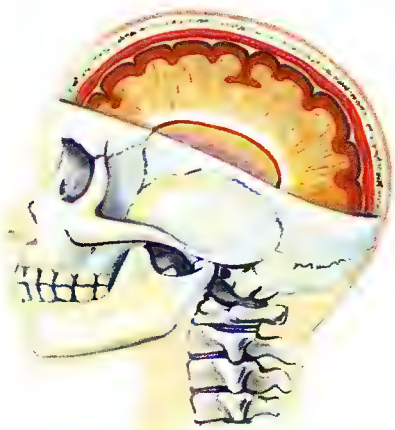
Имеются также слизистые оболочки в половой и репродуктивной системах, в особенности эндометриум, или внутренняя оболочка, выстилающая матку, которая изливается каждый месяц во время менструации.

Синовиальные оболочки покрывают подвижные суставы, имеют форму мешков и содержат смазывающую жидкость, называемую синовиальной жидкостью. Сухожилия, полосы прочной ткани, которые соединяют мышцу с костью, окружены синовиальной оболочкой с целью их защиты и смазки.

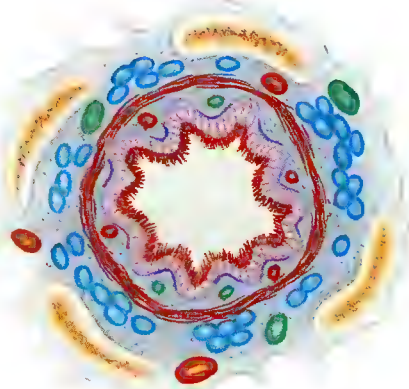
Серозные оболочки покрывают органы грудной клетки и желудок, обеспечивая защиту от болезней и трения с соседними органами. В грудной клетке имеются две серозные оболочки, называемые плеврой. В брюшной полости все органы покрыты серозной оболочкой, известной под названием брюшина.

В организме зародыша оболочки имеют особую — временную — функцию. Развивающийся зародыш окружен в матке особым мешком из оболочки, называемой амниотическим мешком. Он содержит жидкость, в которой и плавает зародыш, таким образом для него создается идеальная защита от ударов. После родов этот мешок выходит вместе с плацентой.

Серозная, или плевральная, оболочка (на рисунке — темно-красного цвета) предотвращает трение легких о ребра.

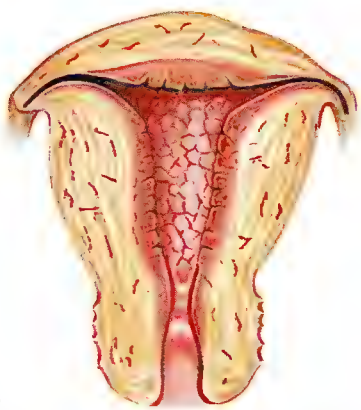


Мозговые оболочки (на рисунке — оранжевого цвета) окружают нежную ткань мозга и защищают ее от твердых костей черепа.



Слизистая оболочка, выстилающая дыхательный тракт, помогает ресничкам (на рисунке — красного цвета) изгонять инородные вещества из легких.

Ворсины слизистой оболочки (на рисунке — розового цвета), выстилающие тонкий кишечник, создают дополнительную площадь для пищеварения и всасывания пищи.



Слизистая оболочка (на рисунке — красного цвета), выстилающая матку, обеспечивает питательную секрецию и предотвращает трение.

Синовиальная оболочка (на рисунке — красного цвета), выстилающая капсулу сустава, выделяет жидкость для смазки сустава во время движения.

Клетки и хромосомы

Тело каждого взрослого человека содержит более сотни миллионов клеток, микроскопических структур, достигающих в диаметре только сотую долю миллиметра. Ни одна клетка не в состоянии выжить вне тела, если только она специально не культивируется в искусственном растворе.

Клетки тела различаются по форме, величине и структуре в соответствии с функцией, которую они выполняют. Мышечные клетки, например, длинные и тонкие, могут сжиматься и расслабляться, позволяя таким образом телу двигаться. Многие нервные клетки тоже длинные и тонкие, но они призваны передавать импульсы, которые и составляют посылы нервной системы, в то время как шестиугольные клетки печени снабжены всем необходимым, чтобы осуществлять жизненно важные химические процессы. Красные кровяные клетки, имеющие форму пончика, переносят кислород и углекислоту, в то время как сферической формы клетки поджелудочной железы производят и восстанавливают гормон инсулин.

Несмотря на эти вариации все клетки тела сконструированы согласно одному основному образцу. Вдоль поверхности каждой клетки существует некая пограничная стена, или клеточная оболочка, заключающая в себе желеобразное вещество — цитоплазму. Внутри нее находится ядро клетки, где содержатся хромосомы. Цитоплазма хотя и содержит от 70 до 80 процентов воды, играет далеко не пассивную роль. Между веществами, растворенными в воде, происходят различные химические реакции; кроме того, в цитоплазме содержится множество мельчайших структур, называемых органеллами, которые выполняют важную роль.

Клеточная оболочка также имеет определенную структуру: она пористая и несколько походит на сэндвич из белка и жира, где жир как бы является начинкой. В процессе прохождения различных веществ через клетку одни из них растворяются в жире, другие выходят из клетки через пористую, полупроницаемую оболочку.

Некоторые клетки имеют на своих оболочках волосовидные отростки, называемые ресничками. В носу, например, реснички захватывают частички пыли. Эти реснички могут двигаться волнообразно в одном направлении, направляя какое-либо вещество.

Цитоплазма всех клеток содержит микроскопические, в виде колбасок, органы, называемые митохондриями, которые превращают кислород и питательные вещества в энергию, необходимую для всех действий клеток.

Эти «энергетические домики» работают при помощи энзимов — сложных белков, которые ускоряют химические реакции в клетках и являются самыми многочисленными элементами в мышечных клетках. Лизосомы — другой тип микроскопических органов в цитоплазме — представляют собой мельчайшие мешочки, заполненные энзимами, которые дают клетке возможность переработать питательные вещества. Больше всего их в клетках печени.

Производимые клеткой вещества, необходимые для других частей тела, такие как, например, гормоны, сначала скапливаются, а затем хранятся в других мельчайших органах, называемых аппаратом Гольджи (внутриклеточный сетчатый аппарат).

Многие клетки имеют целую систему мелких трубок, которые рассматриваются как некий внутренний «скелет» клетки, но все клетки содержат систему каналов — эндоплазматическое сетчатое образование.

Вдоль всего сетчатого образования расположены мельчайшие сферические структуры, называемые рибосомами, которые отвечают за регуляцию образования основных белков, нужных всем клеткам. Белки требуются для восстановления структур и (в форме энзимов) для химических процессов в клетке и производства сложных молекул, таких как гормоны.

Части клетки

Хромосомы

Каждое ядро клетки наполнено информацией, закодированной в форме химического вещества, называемого дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), и состоит из групп, называемых генами, которые расположены на нитевидных структурах — хромосомах. Каждая хромосома содержит тысячи генов, каждый из которых имеет достаточно информации для производства одного белка. Этот белок может иметь очень небольшое влияние внутри клетки и на внешний вид тела, но он в равной степени будет иметь решающее значение для человека в выборе карих или голубых глаз, прямых или курчавых волос, нормальной кожи или кожи альбиноса.

Помимо зрелых красных кровяных клеток, которые теряют свои хромосомы на последних стадиях образования, и яиц и спермы (половых клеток), которые содержат половину обычного количества хромосом, каждая клетка тела содержит 46 хромосом, организованных в 23 пары. Одна хромосома происходит от матери, другая — от отца. Яйца и сперма имеют только половину этого количества для того, чтобы в процессе оплодотворения яйца новое существо могло иметь гарантию наличия нужного количества хромосом.

В момент оплодотворения гены начинают давать инструкции к моделированию нового человеческого существа. Хромосомы отца отвечают за определение пола. Хромосомы называются X и Y, в зависимости от их формы. У женщин обе хромосомы в паре являются X, но у мужчин одна хромосома — X, другая — Y. Если сперма, содержащая X, оплодотворяет яйцо X, ребенок будет девочка, но если сперма Y оплодотворяет яйцо, тогда ребенок будет мальчик.

Деление клетки

Наряду с тем, что ДНК несет информацию, она имеет еще способность воспроизводиться; без этого клетки не могли бы ни удваиваться, ни передавать информацию от одного поколения другому.

Процесс деления клетки, при котором она удваивается, называется митозом; это тип деления, который имеет место, когда

Основная разница между двумя способами деления клетки хорошо видна на верхнем рисунке, сильно увеличенном. При мейозе (верхняя цепочка) хромосомы удваиваются, затем образуют пары и переплетаются перед тем, как отделиться друг от друга и разделиться для образования половых клеток, содержащих половину генетической информации, которая необходима для создания человека; оставшаяся половина восполняется во время оплодотворения. При митозе (нижняя цепочка) пары хромосом разделяются, и каждая половина разделяется на две идентичные части, которые располагаются так, что когда соответствующие части двигаются к противоположным концам клетки и клетка делится на две, каждая новая клетка будет содержать всю генетическую информацию, которая необходима для замещения или удваивания существующих клеток тела. Рисунок справа подробно показывает структуру хромосомы.

оплодотворенное яйцо вырастает сначала в ребенка, потом во взрослого человека и когда отработанные клетки заменяются.

Когда клетка не делится, хромосомы не видны в ядре, но когда клетка начинает делиться, хромосомы становятся короче и толще, и тогда видно, как они делятся надвое по длине. Эти двойные хромосомы затем отделяются друг от друга и движутся к противоположным концам клетки. На последней стадии цитоплазма делится пополам, и образуются новые стенки вокруг двух новых клеток, каждая из которых имеет нормальное число хромосом — 46.

Ежедневно огромное число клеток умирает и заменяется посредством митоза; одни клетки более активны, чем другие. Раз образовавшись, клетки мозга и нервов не в состоянии заменяться, но клетки печени, кожи и крови полностью заменяются несколько раз в год.

Создание клеток с половинным числом хромосом для того, чтобы определить наследственные характеристики, требует иного способа деления, он называется мейозом. При этом способе деления клеток хромосомы сначала, как при митозе, становятся короче и толще и делятся надвое, но затем хромосомы делятся на пары так, что одна от матери и одна от отца ложатся рядом друг с другом.

Затем хромосомы очень тесно переплетаются, и когда они время от времени отделяются друг от друга, каждая новая хромосома содержит уже несколько генов матери и несколько генов отца. После этого две новые клетки снова делятся так, что каждое яйцо или сперма содержат 23 хромосомы, им необходимые. Такой взаимообмен генетического материала в процессе мейоза объясняет, почему дети не полностью походят на родителей и почему каждый человек, кроме однояйцовых близнецов, имеет уникальный генетический состав.

Обмен веществ

Сложные процессы, поддерживающие нормальное функционирование организма, умело управляются химическими веществами, называемыми энзимами и гормонами.

Деятельность энзимов влияет на химические превращения, в результате которых необходимые вещества поставляются клеткам тела, гормоны же управляют такими действиями, как рост и использование энергетических резервов.

Обмен веществ (метаболизм) имеет отношение ко всем химическим процессам, происходящим в теле человека, способствуя его росту, выживанию и воспроизведению. Это продукт двух разных и дополняющих друг друга процессов, называемых катаболизмом и анаболизмом. Катаболизм представляет собой расщепление углеводов, жиров и белков и ряда продуктов отхода, таких как мертвые клетки и ткани, для образования энергии. Энергия, высвобожденная катаболизмом, превращается в полезную работу при посредстве мышечной деятельности, и некоторое количество ее теряется в виде тепла. Анаболизм включает процессы, при которых пища усваивается организмом и хранится в виде энергии или тратится для целей роста, воспроизведения и защиты организма от инфекций и болезней.

В растущем организме ребенка или подростка получение энергии от расщепления пищи превышает вывод энергии, с тем чтобы обеспечивать рост организма. В организме взрослых избыток энергетического поступления будет превращен в жир; и, наоборот, слишком большая трата энергии способствует потере веса.

Расщепление углеводов

Бóльшая часть энергетических затрат организма обеспечивается расщеплением углеводов, содержащихся в пище — хлебе, картофеле и сахаре. Наиболее распространенными видами сахара, получаемыми из пищи, являются глюкоза, фруктоза и галактоза. Они переносятся в печень, где фруктоза и галактоза превращаются в глюкозу (см. главу 9, с. 104).

Клетки получают энергию из глюкозы путем расщепления ее в вещество, называемое пировиноградной кислотой. Энергия, высвобождающаяся при этом процессе, временно накапливается как высокоэнергетическое соединение — АТФ.

Расщепление жира и белка

Жиры и белки — важные составные части нашей повседневной пищи, и если потребление углеводов достаточно мало, жиры и белки могут быть использованы как источник энергии.

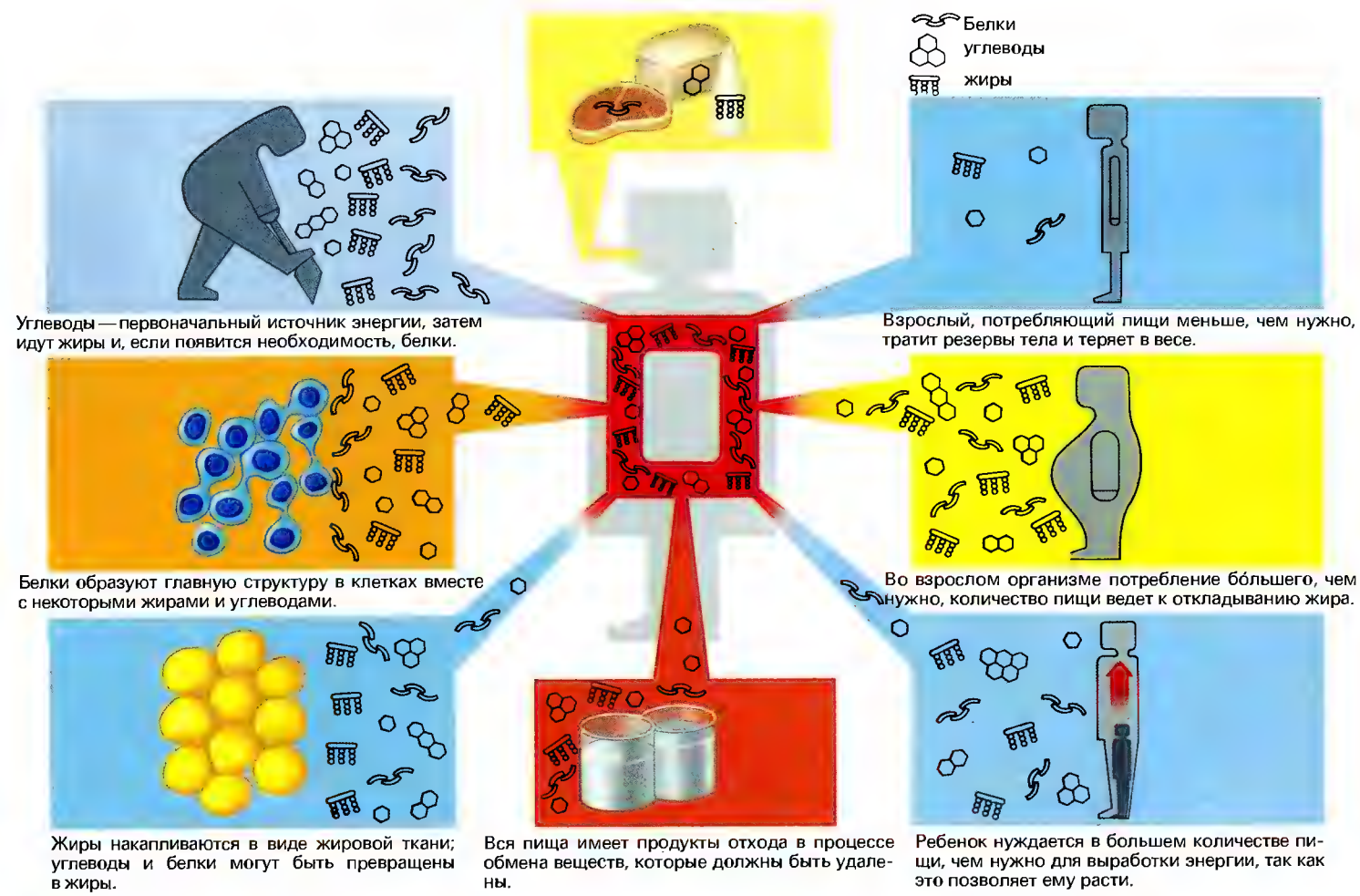
Когда энергетические запасы углеводов истощаются, молекулы жира снова расщепляются на глицерин и жирные кислоты, которые диссимилируются каждый отдельно. Глицерин превращается в печени в глюкозу и таким образом проходит путь метаболизма глюкозы.

Белки, содержащиеся в пище, расщепляются на аминокислоты, требующиеся для роста организма, а также на энзимы, необходимые для ускорения обменных процессов в каждой клетке.

Многие нарушения обмена вызываются недостатком энзимов при рождении, что ведет к накоплению ядовитых веществ в теле.

Нарушения в образовании гормонов являются другой распространенной причиной расстройства обмена веществ. Диабет, например, вызывается сниженным образованием гормона инсулина в поджелудочной железе. Без инсулина клетки тела не могут всасывать и расщеплять глюкозу.

Как расходуется пища в теле человека



Гомеостаз

Чтобы оставаться здоровым, тело человека должно регулироваться так, чтобы сохранялось постоянное внутреннее равновесие при постоянно изменяющихся внешних обстоятельствах. Для описания этого процесса применяется термин «гомеостаз». Многие механизмы, вовлеченные в это взаимодействие между человеком и окружающей средой, можно рассматривать как особые индивидуальные регулирующие системы, каждую со своей конкретной функцией, и все вместе они образуют всеобъемлющую систему, отвечающую за все функции тела человека.

Например, клетки тела омываются жидкостью, которая обеспечивает их питание и удаляет отходы. Свойства этой внеклеточной жидкости должны оставаться относительно постоянными, для того чтобы клетки жили и работали нормально. Гомеостаз, следовательно, есть состояние согласованности, которое поддерживает нормальное функционирование тела, пока одна из систем не выйдет из равновесия. Когда это случается, страдают все клетки тела, и результатом является болезнь или нездоровье.

Здоровый организм способен сопротивляться болезни, восстанавливаться и компенсировать понесенный ущерб или стресс, но при болезни эта способность отсутствует. Восприимчивость к гриппу, например, во многом обусловлена именно этим фактором, и поэтому далеко не все, подвергшиеся инфекции, заболевают гриппом.

Легко представить гомеостаз, используя инженерную терминологию. Все управляющие и регулирующие системы организма работают в режиме процесса «обратного питания» («обратной связи»), при котором «выработка» данного процесса контролируется неким другим элементом. Когда «выработка» растет или оказывается выше или ниже желаемых рамок, часть ее возвращается назад к источнику, чтобы действовать как контролирующее средство.

Известным примером из домашнего быта может служить термостат, который регулирует центральную отопительную систему. Если температура в комнате падает ниже установки на термостате, электроцепь замыкается и включает бойлер и насос для накачки горячей воды в систему. Когда достигнута желаемая температура, термостат все отключает опять. Однако в отличие от центральной отопительной системы у тела человека всегда имеется несколько различных механизмов, готовых выполнять идентичные задания разными способами, предоставляя, таким образом, надежные дублирующие системы.

В теле человека существует несколько тысяч контролирующих систем, которые взаимодействуют для достижения регуляции всех функций организма. Жизненно важными регуляторами для всего организма являются нервная и эндокринная системы. Так как они тесно переплетены и необходимы друг для друга, иногда их рассматривают вместе как нейроэндокринную систему.

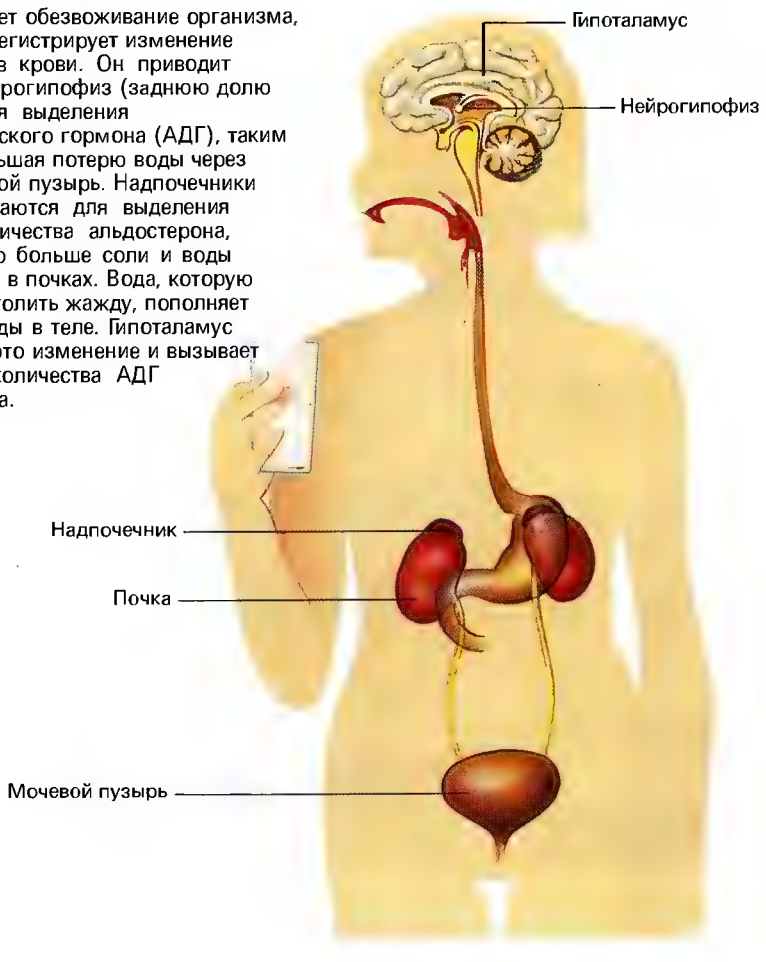
Часть нервной системы, непосредственно занятой в гомеостазе, известна под названием вегетативной (автономной) нервной системы. Она вовлечена в автоматическую регуляцию таких органов, как сердце, легкие, желудок, кишечник, мочевой пузырь, половые органы и кровеносные сосуды.

Эндокринная система гораздо медленнее реагирует на ситуацию, но ее действие длится дольше, в то время как вегетативная нервная система вызывает быструю реакцию, которая длится лишь необходимое время. Иногда обе системы работают независимо друг от друга в зависимости от природы и серьезности возникшей проблемы. Примером гомеостаза, в который вовлечены несколько систем, является регуляция количества (объема) воды в теле.

Тело человека примерно на 70 процентов состоит из воды, некоторые же ткани — такие, как серое вещество мозга, — состоят на 85 процентов из воды, другие — как, например, жировые слои, — только на 25 процентов. Вода также является основным веществом для главной транспортной системы тела — крови (80 процентов состава крови — это вода). При определенных обстоятельствах количество воды падает. К счастью, тело имеет необходимый механизм, который предупреждает человека, что ему нужно восполнить количество воды. Когда человек хочет пить, тело сигнализирует ему о недостатке воды, появляется ощущение жажды. Объем воды, который человек затем выпивает для утоления жажды, зависит от того, сколько воды тело потеряло.

Главный центр, контролирующий чувство жажды, расположен глубоко в мозгу — в гипоталамусе, центре регуляции вегетативной нервной системы. Небольшие группы нервных клеток в этой железе чувствительны по отношению к количеству воды в крови. Если количество воды в крови уменьшается по сравнению с количеством солей и других веществ, эти клетки раздражаются и, в дополнение к образованию гормонов, которые заставляют почки задерживать воду (см. с. 126), вызывают чувство жажды.

Когда возникает обезвоживание организма, гипоталамус регистрирует изменение уровня воды в крови. Он приводит в действие нейрогипофиз (заднюю долю гипофиза) для выделения антидиуретического гормона (АДГ), таким образом уменьшая потерю воды через почки и мочевой пузырь. Надпочечники тоже возбуждаются для выделения бóльшего количества альдостерона, заставляющего больше соли и воды задерживаться в почках. Вода, которую пьют, чтобы утолить жажду, пополняет количество воды в теле. Гипоталамус регистрирует это изменение и вызывает уменьшение количества АДГ и альдостерона.



ГЛАВА 2

КОСТНАЯ СИСТЕМА И КОЖА

Опорная структура человеческого тела — это чудо сложного инженерного искусства природы, она предназначена для того, чтобы дать человеку максимум силы и подвижности. Каждая кость имеет особую форму, потому что играет вполне конкретную роль. В тех частях костной системы (скелета), где требуется больше гибкости, хрящи имеют большее значение, чем кости, но что делает скелет действительно прекрасно сочлененным механизмом, так это суставы и связки. Наружный покров тела — кожа — в действительности является самым большим органом в теле человека: она не только защищает внутренние структуры от повреждений, но и способствует регуляции температуры тела.

Справа: Мужчины и женщины имеют одинаковое количество костей — около 206, но в целом женский скелет легче и меньше. Для того чтобы вместить внутри тела растущий плод во время беременности, женский таз имеет более ладьевидную форму и шире, что придает женским бедрам характерную форму. Однако, плечи у женщин сравнительно узки. У мужчин же обратные пропорции: широкие плечи и узкие бедра.

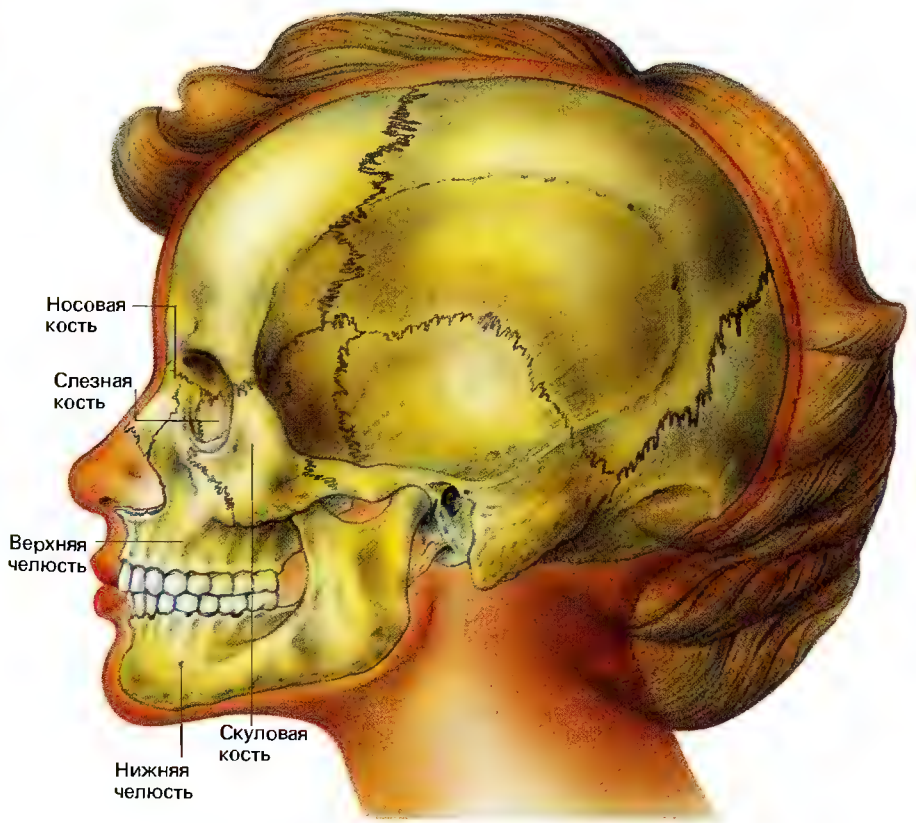
Кости и хрящи

Около 206 костей составляют скелет взрослого человека. Кости имеют твердый, толстый и прочный внешний слой и мягкую сердцевину, или костный мозг. Они прочны и крепки, как бетон, и могут выдержать очень большой вес, не сгибаясь при этом, не ломаясь и не разрушаясь. Соединенные вместе суставами и движимые мышцами, которые к ним прикреплены с обоих концов, кости образуют защитный остов для мягких и уязвимых частей тела, обеспечивая одновременно телу человека большую гибкость движений. В дополнение к этому скелет представляет собой каркас, или леса, на которых прикреплены и держатся другие части тела.

Как все в теле человека, кости состоят из клеток. Это клетки, которые создают каркас волокнистой (фиброзной) ткани, относительно мягкой и пластичной основы. Внутри этого каркаса имеется сеть более твердого материала, что в результате напоминает бетон с «камнями» (то есть твердым материалом), придающими прочность «цементной» основе из волокнистой ткани. В результате образуется необычайно прочная структура с большой степенью гибкости.

Рост костей

Когда кости начинают расти, они состоят из сплошной массы. Только на вторичной стадии они начинают образовывать внутри себя полые пространства. Образование пустот внутри костной трубки совсем незначительно влияет на ее прочность, зато очень уменьшает ее вес. Это основной закон строительной техники, который в полной мере использовала природа при создании костей. Полые пространства заполняют костный мозг, в котором происходит образование клеток крови. Может показаться удивительным, но новорожденный ребенок имеет больше костей в своем теле, чем взрослый человек. При рождении около 350 костей образуют основу скелета ребенка; с годами некоторые из них объединяются в более крупные кости. Череп грудного ребенка является хорошим примером этому: во время родов он сдавливается, чтобы пройти через узкий канал. Если бы череп ребенка был сплошь жестким, как у взрослого, он бы просто сделал невозможным прохождение ребенка через тазовое отверстие тела матери. Роднички в разных секциях черепа делают возможным придать ему нужную форму при прохождении через родовой канал. Пос-



Внизу: 14 лицевых костей защищают уязвимые органы чувств головы — хрупкий механизм глаза и обонятельные и слуховые рецепторы. Кости создают также устойчивую основу для лицевых мускулов, с помощью которых человек может жевать, говорить и выражать эмоции.

Роднички представляют собой пленчатые зазоры в черепе, которые делают череп эластичным, что позволяет ребенку продвигаться во время родов.

ле рождения эти роднички постепенно закрываются.

Скелет ребенка состоит не только из костей, но также из хрящей, которые гораздо гибче первых. По мере роста тела они постепенно затвердевают, превращаясь в кости — этот процесс называют окостенением (оссификацией), который продолжается и в организме взрослого человека. Рост тела происходит за счет увеличения в длину костей рук, ног и спины. Длинные (трубчатые) кости конечностей имеют на каждом конце пластинку роста, где и происходит рост. Эта пластинка роста представляет собой скорее хрящ, чем кость, и поэтому ее не видно на рентгеновском снимке. Когда пластинка роста окостеневает, кость больше не растет в длину. Пластинки роста в различных костях тела образуют как бы мягкую связь в определенном порядке. Примерно в возрасте 20 лет тело человека обретает вполне развитый скелет.

По мере развития скелета его пропорции значительно изменяются. Голова шестинедельного зародыша имеет такую же длину, как и его туловище; при родах голова еще достаточно большая по сравнению с другими частями тела, но срединная точка переместилась от подбородка ребенка к пупку. У взрослого человека срединная линия тела проходит через лонное сочленение (лобковый симфиз) или сразу над половыми органами.

В целом женский скелет легче и меньше мужского. Таз женщины пропорционально шире, что необходимо для растущего плода во время беременности. Плечи мужчины шире, и грудная клетка длиннее, но, вопреки расхожему мнению, мужчины и женщины имеют одинаковое число ребер. Важной и замечательной особенностью костей является их способность в процессе роста обретать определенную форму. Это очень важно для длинных костей, которые служат опорой конечностей. Они шире у концов, чем посередине, что обеспечивает дополнительную прочность суставу, где это особенно нужно. Такое образование формы, известное как моделирование, идет особенно интенсивно при росте костей; продолжается оно и все последующее время.

Различные формы и размеры

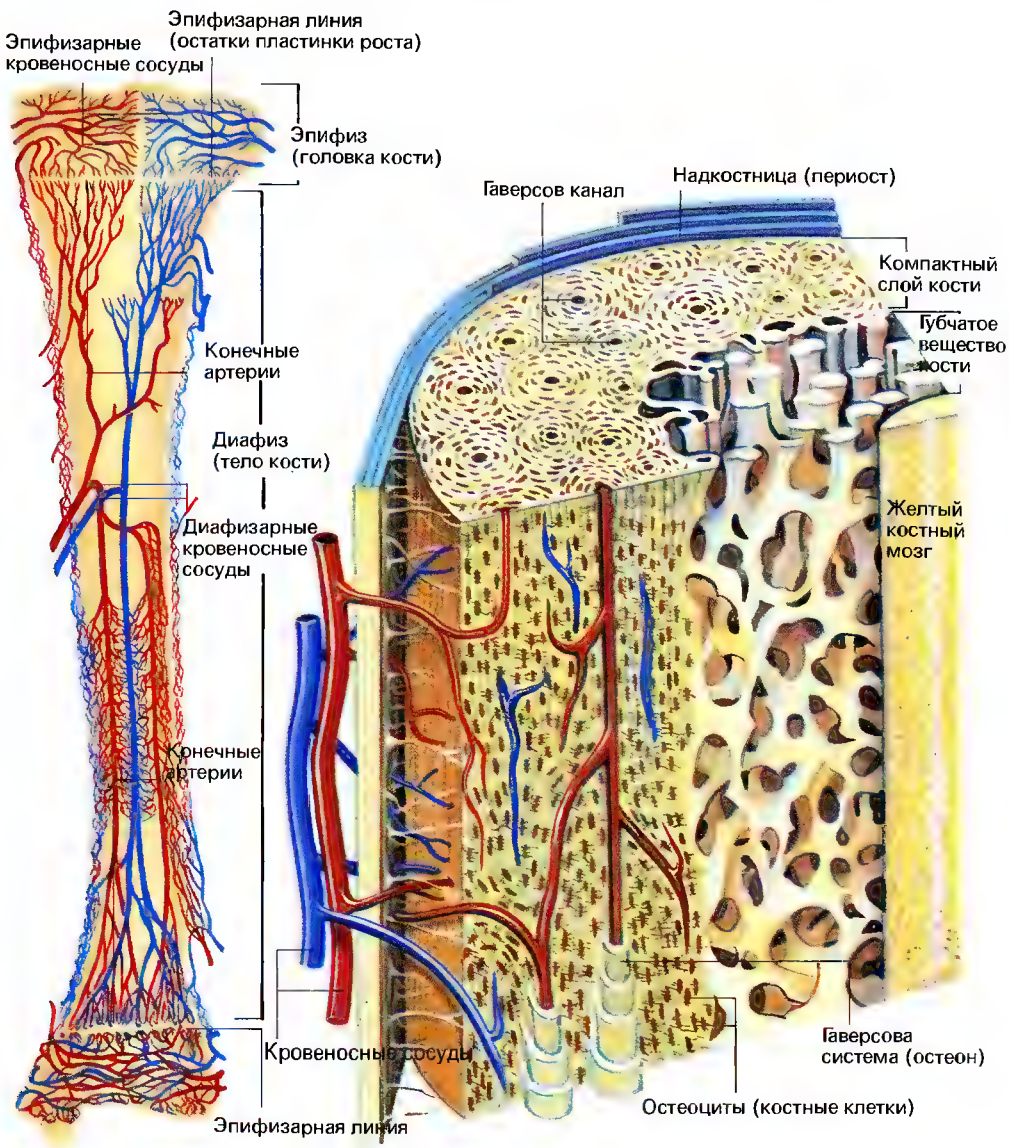
Имеется несколько различных типов костей, каждый из которых имеет определенную конфигурацию в зависимости от функции. Длинные трубчатые кости, образующие конечности тела, представляют собой просто цилиндры из твердой кости с мягким губчатым костным мозгом внутри. Короткие трубчатые кости, например, кости кисти руки и кости лодыжки имеют в основе ту же конфигурацию, что и длинные (трубчатые) кости, но они более короткие и толстые для того, чтобы совершать множество разных движений без потери сил, не уставая.

Плоские кости образуют как бы сэндвич из твердых костей с пористой (губчатой) прослойкой между ними. Они плоские, так как обеспечивают защиту (как, например, череп) или предоставляют особенно большую поверхность, к которой крепятся некоторые мышцы (например, лопатки). И, наконец, последний тип кости — смешанные кости — имеет несколько конфигураций в зависимости от конкретной функции. Кости позвоночника, например, имеют форму коробочек, чтобы дать бóльшую силу (прочность) и пространство для спинного мозга внутри них. А кости лица, которые создают структуру лица,— полые, с воздушными полостями внутри, для создания сверхлегкости их веса.

Хрящи

Хрящи — гладкая, прочная, но гибкая часть костной системы человека. У взрослого они находятся главным образом в суставах и в покрытии концов костей, а также в других важных точках скелета, где требуется прочность, гладкость и гиб-

Структура длинной (трубчатой) кости



Положение хряща в гортани

Вверху: Поддерживающие структуры гортани, где помещаются голосовые связки, состоят из хряща. Надгортанник состоит из эластического хряща, но другие три части — адамово яблоко, перстневидный хрящ и черпаловидный хрящ — это гиалиновые хрящи. Голосовые связки — это тонкие эластические волокна.

Внизу: Клетки гиалинового хряща в пластинке роста умножаются, двигаются вниз по кости и образуют обызвествленную основу (матрицу). Клетки умирают, оставляя пространства. Остеобластические клетки образуют кость, которая заполняет пространства и заменяет собой матрицу.

Гиалиновые хрящи часто встречаются в дыхательном тракте, где формируют кончик носа, а также жесткие, но гибкие кольца, окружающие трахею и большие трубки (бронхи), ведущие к легким. На концах ребер гиалиновый хрящ образует соединительные звенья (реберные хрящи) между ребрами и грудиной, которые позволяют груди расширяться и сжиматься в процессе дыхания.

В гортани, или голосовой коробке, гиалиновые хрящи не только служат опорой, но и участвуют в создании голоса. По мере движения они контролируют объем воздуха, проходящего через гортань, и как результат этого издается звук определенной высоты.

Волокнистые хрящи

Волокнистые хрящи (второй тип хрящей) состоят из многочисленных пучков плотного вещества коллагена, которые придают хрящу, с одной стороны, упругость, а с другой — способность выносить значительное давление. Оба эти качества необходимы в тех участках, где находится больше всего волокнистых хрящей, а именно — между костями позвоночного столба.

В позвоночнике каждая кость, или позвонок, отделена от своего соседа диском из волокнистого хряща. Межпозвоночную кость. Структура хрящей не везде одинакова в разных частях скелета. Она зависит от конкретной функции, которую тот или иной хрящ выполняет. Все хрящи состоят из основы, или матрицы, в которой помещены клетки и волокна, состоящие из белков — коллагена и эластина. Консистенция волокон разная в разных типах хрящей, но все хрящи похожи тем, что не содержат в себе кровеносных сосудов. Вместо этого они питаются питательными веществами, которые проникают через покрытие (перихондрий, или надхрящницу) хряща, и смазываются синовиальной жидкостью, которая вырабатывается выстилающими суставы оболочками.

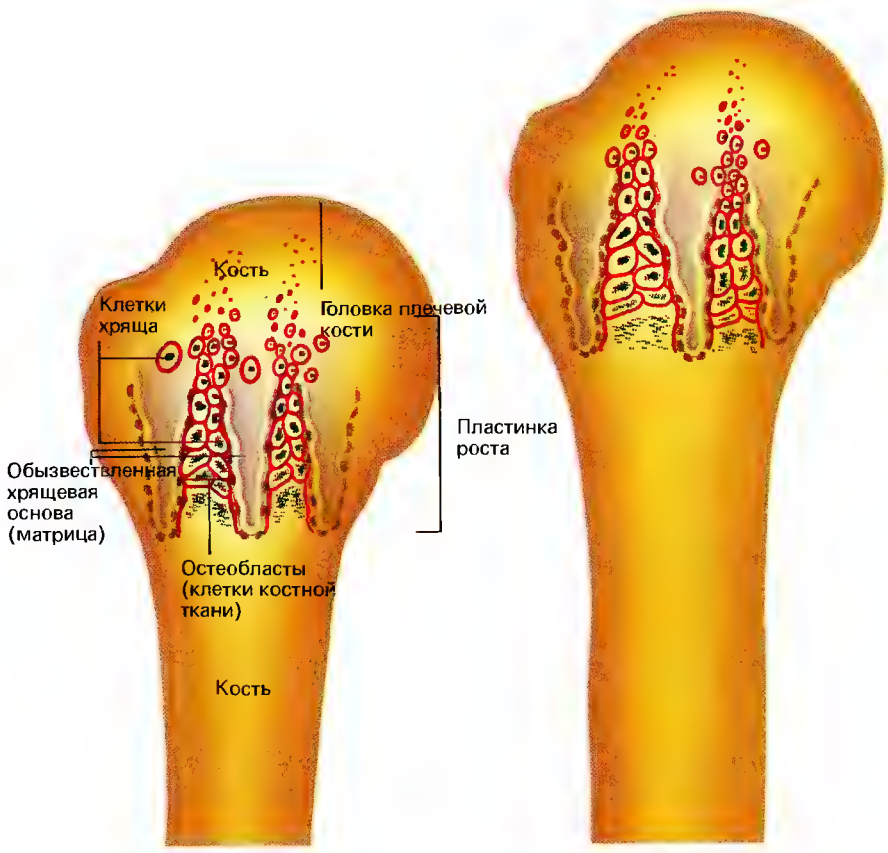
По своим физическим качествам различные типы хрящей известны под названием гиалиновые хрящи, волокнистые хрящи и эластические хрящи.

Гиалиновые хрящи

Гиалиновые хрящи (первый тип хрящей) представляют собой голубовато-белую полупрозрачную ткань и из всех трех типов хрящей имеют наименьшее количество клеток и волокон. Все имеющиеся здесь волокна состоят из коллагена.

Этот тип хрящей образует скелет эмбриона и способен на большой рост, что позволяет вырасти ребенку ростом 45 см до взрослого мужчины ростом 1,8 м. После завершения роста гиалиновые хрящи остаются как очень тонкий слой (1—2 мм) на концах костей, которые они выстилают, в суставах.

Как кости удлиняются



Кости руки состоят из плечевой кости плеча, лучевой кости и локтевой кости предплечья. Локоть, который соединяет вместе предплечье и плечо, является сложным суставом: шарнирный (блоковидный) сустав соединяет плечо и локтевую кость, а шаровидный сустав соединяет плечо и лучевую кость.

ные диски защищают позвоночник от сотрясения и позволяют скелету держаться прямо.

Каждый диск имеет внешнее покрытие из волокнистого хряща, который окружает густую сироповидную жидкость. Хрящевая часть диска, которая имеет хорошо смазанную поверхность, предотвращает изнашивание костей во время движения, а жидкость играет роль природного противоударного механизма.

Волокнистые хрящи служат прочным соединительным материалом между костями и связками; в тазовом поясе они соединяют две части таза вместе в составе, известном под названием лобковый симфиз. У женщин этот хрящ имеет особо важное значение, так как он смягчается гормонами беременности для того, чтобы позволить головке ребенка пройти наружу во время родов.

Эластические хрящи

Эластические хрящи (третий тип хрящей) получили свое название из-за присутствия в них волокон эластина, но содержится в их составе также и коллаген. Волокна эластина придают эластическому хрящу отличительную желтую окраску. Прочный, но упругий, эластический хрящ образует лоскут ткани, называемый надгортанником; он закрывает доступ воздуху, когда пища проглатывается.

Эластический хрящ образует также упругую часть наружного уха и поддерживает стенки канала, ведущего к среднему уху и евстахиевым трубам, которые соединяют каждое ухо с задней стенкой горла. Вместе с гиалиновым хрящем эластический хрящ также участвует в образовании опорных и голосопроизводящих частей гортани.

Строение скелета

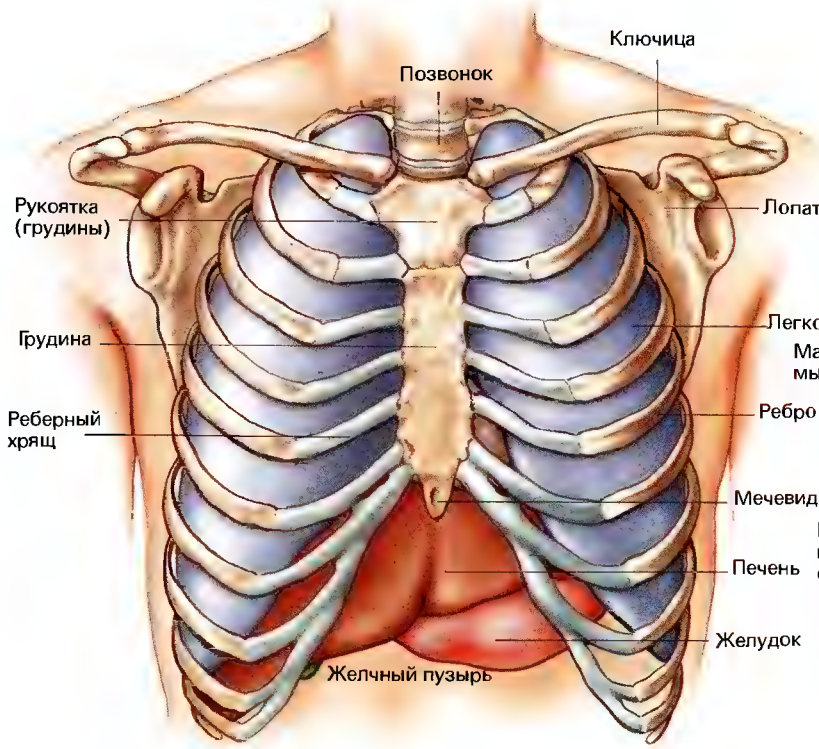
Каждая из различных костей скелета сконструирована для совершения определенных действий. Череп защищает мозг, а также глаза и уши. Из 29 костей черепа 14 формируют основной каркас для глаз, носа, скул, верхней и нижней челюсти. Одного взгляда на черен достаточно, чтобы понять, как уязвимые части лица защищены этими костями. Глубокие глазные впадины с нависающим над ними лбом охраняют сложные и тонкие глазные механизмы. Подобным же образом запахоопределяющие части обонятельного аппарата запрятаны высоко позади центрального носового отверстия в верхней челюсти.

Поражает в черепе размер нижней челюсти. Подвешенная на шарнирах, она образует идеальный дробящий инструмент в момент контакта через посредство зубов с верхней челюстью. Лицевые ткани — мышцы, нервы и кожа — покрывают лицевые кости так, что незаметно, как умело сконструированы челюсти. Другим примером первоклассного дизайна является соотношение положения лицевой части к черепу: лицевая часть вокруг глаз и носа прочнее, и это не позволяет лицевым костям вдавливаться в череп или, наоборот, слишком выдаваться.

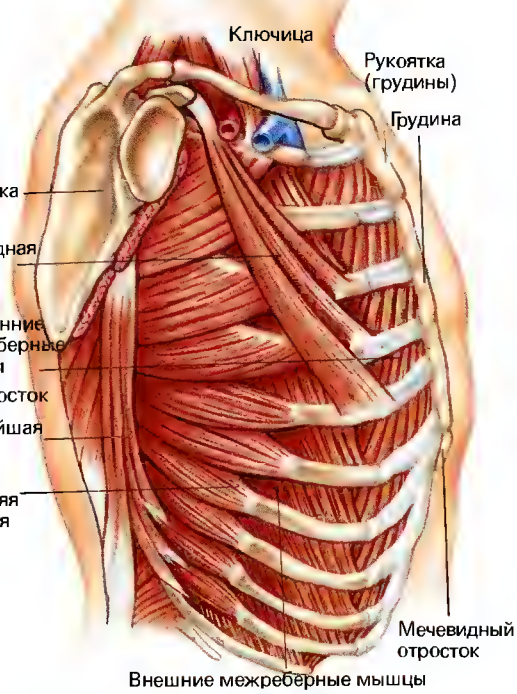
Позвоночник состоит из цепи мелких костей, называемых позвонками, и образует центральную ось скелета. Он обладает огромной силой и прочностью и, так как стержень не сплошной, а состоит из мелких отдельных секций, очень гибок. Это позволяет человеку наклоняться, касаться пальцами носков и держаться прямо. Позвонки также защищают нежную ткань спинного мозга, который проходит посередине внутри позвоночника. Ниж-

Позвоночник состоит из цепи мелких костей, называемых позвонками, расклассифицированных согласно их положению в теле. Позвонки, показанные на нижнем рисунке, расположены в поясничном отделе (пояснице). Каждый позвонок лежит на позвоночном диске, который несколько похож на маленький пузырек, заполненный желе.

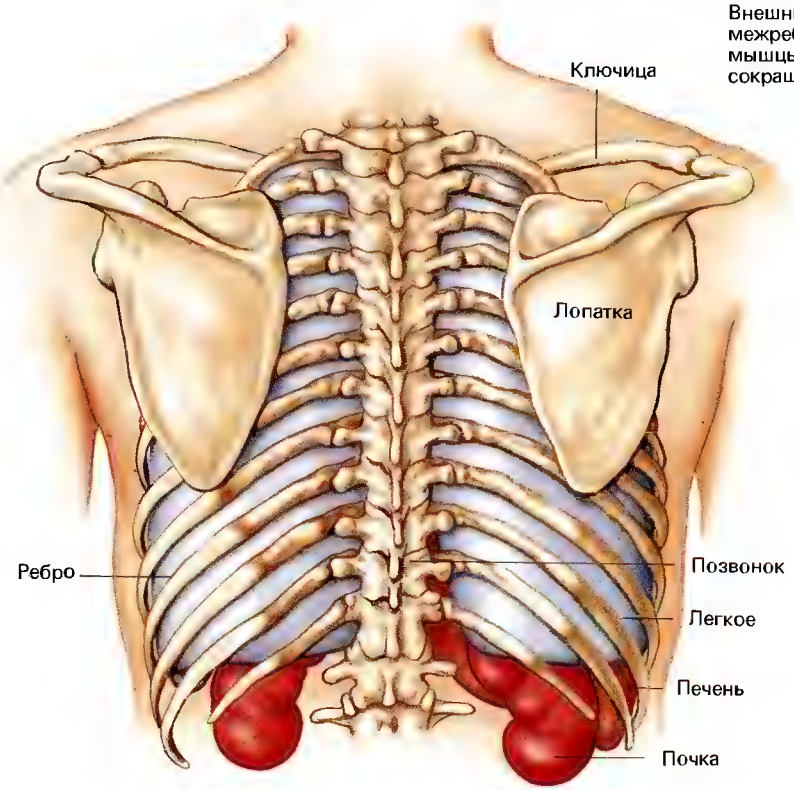
Грудная (реберная) клетка: вид спереди



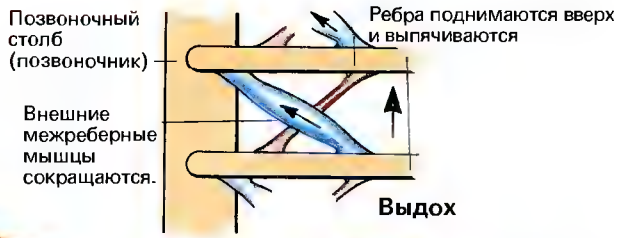
Реберное дыхание



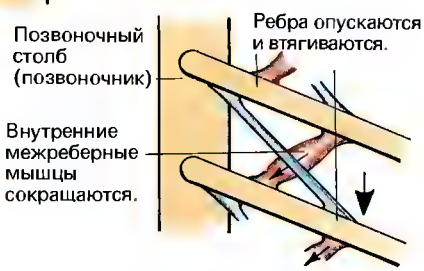
Грудная (реберная) клетка: вид сзади



Вдох



Выдох

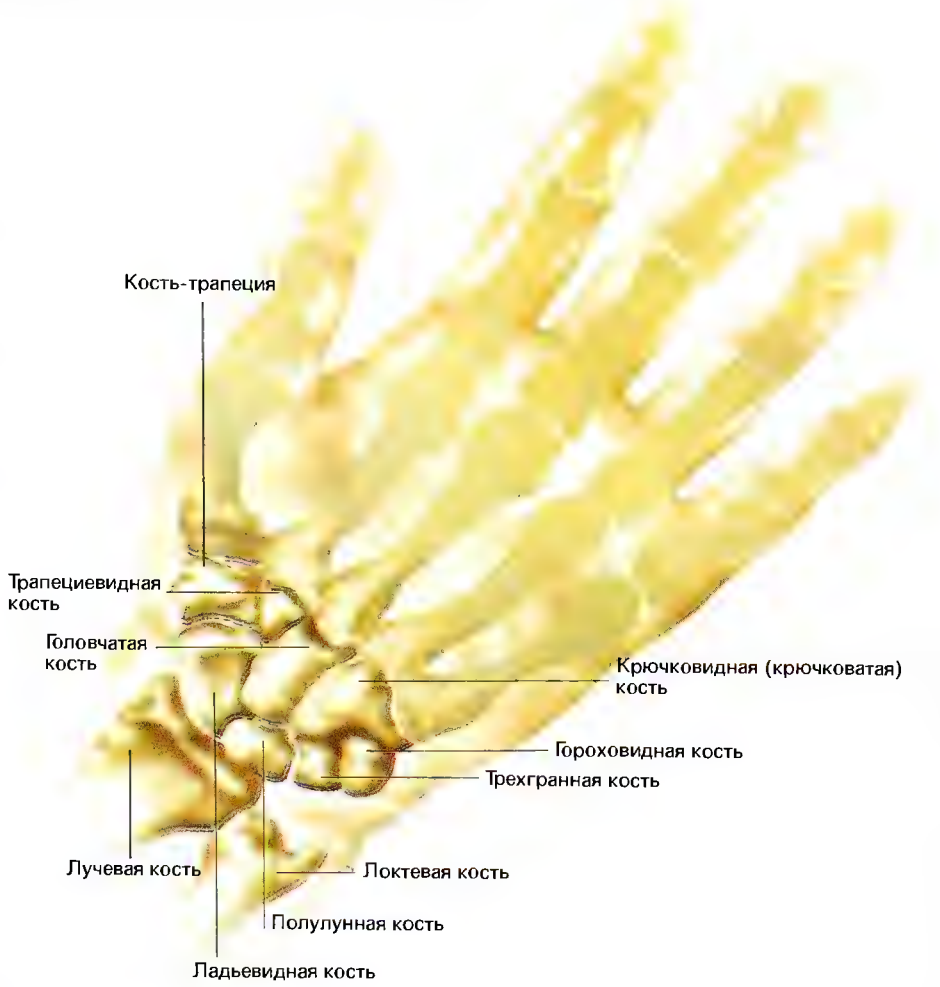


Грудная (реберная) клетка защищает некоторые жизненно важные органы тела, включая легкие, сердце, печень и желудок. Реберный хрящ позволяет грудной клетке расширяться и сжиматься во время дыхания: ребра, состоящие целиком из кости, не были бы гибкими. Когда телу нужен дополнительный кислород, например, при тяжелой физической работе, внешние межреберные мышцы сокращаются, увеличивая окружность груди и толкая грудину вперед. Человек выдыхает, расслабляя эти мышцы. Для увеличения выдоха внутренние межреберные мышцы сокращаются, опуская ребра вниз и уменьшая объем грудной клетки.

ний конец позвоночника называется копчиком. У некоторых животных, таких как собака и кошка, копчик гораздо длиннее и образует хвост.

Грудная клетка состоит по бокам из ребер, позвоночного столба сзади и грудины спереди. Ребра крепятся к позвоночнику специальными суставами, которые позволяют им двигаться во время дыхания. Спереди они крепятся к грудине реберными хрящами. Два нижних ребра (11-е и 12-е) крепятся только сзади и слишком коротки для соединения с грудиной. Они называются колеблющимися ребрами и имеют лишь некоторое отношение к дыханию. Первое ребро и второе тесно соединены с ключицей и образуют основание шеи, где несколько больших нервов и кровеносных сосудов проходят к рукам. Реберная клетка предназначена для защиты сердца и легких, которые в ней заключены, так как повреждение этих органов может угрожать жизни.

Строение запястья и кисти руки



Кости ноги являются самыми длинными и самыми тяжелыми в теле человека. Бедренная кость входит в вертлужную впадину подвздошной кости тазового пояса. Вертлужная впадина держит кости ног на достаточном расстоянии от срединной линии тела для обеспечения нужного равновесия и нормальной ходьбы.

Кости ног и тазовые кости

Конечности и таз

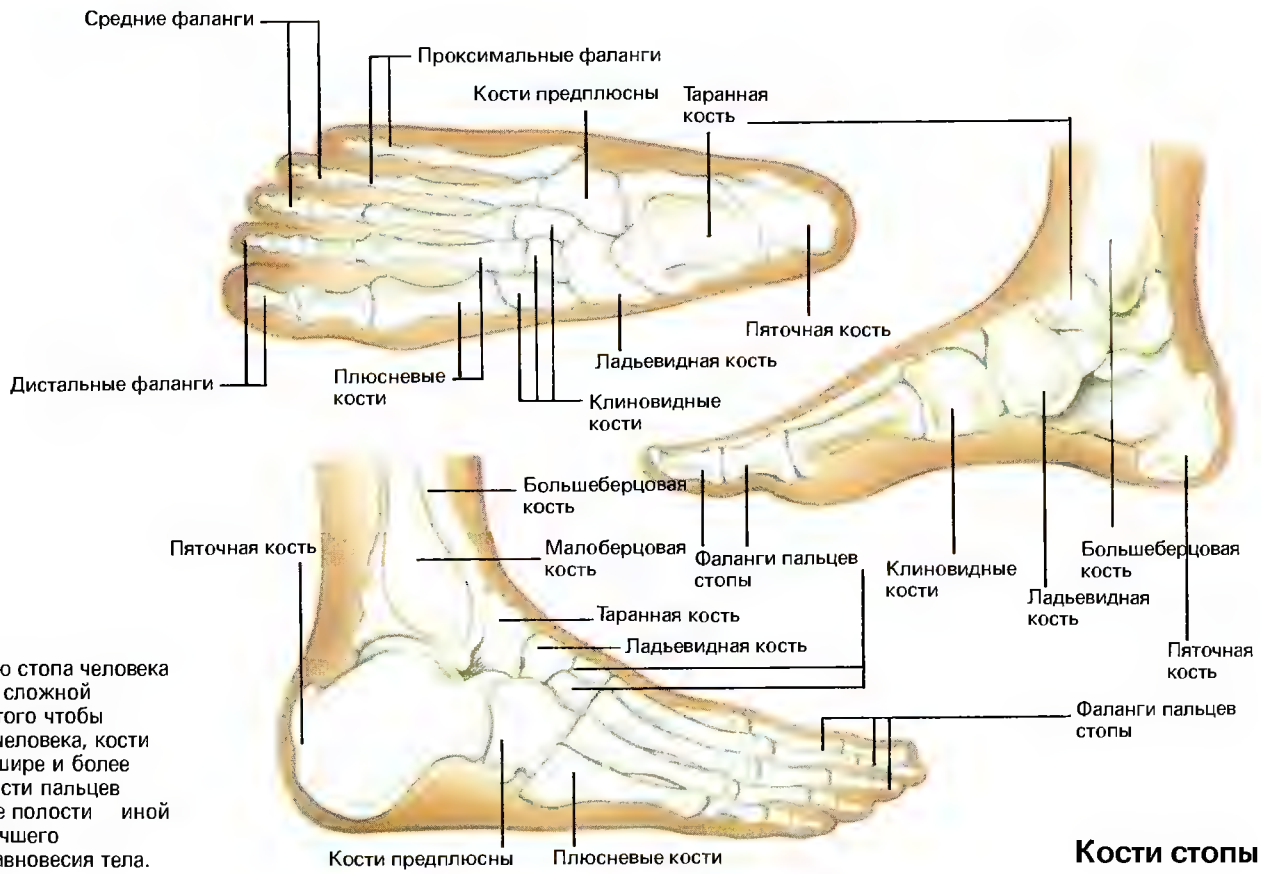
Верхние конечности (руки) прикрепляются к центральной оси позвоночника при помощи плечевого пояса, который состоит из лопатки и ключицы. Большая кость плеча называется плечевой костью и присоединяется в локте к двум костям предплечья: лучевой кости и локтевой кости. Кисть руки состоит из большого числа мелких костей. Это позволяет человеку брать предметы и выполнять сложные движения, при которых каждая из частей кисти движется по-разному, но очень скоординированно. Ноги крепятся к позвоночнику посредством таза, который состоит из группы сверхпрочных костей. Задняя часть таза — крестец. С двух сторон к крестцу крепятся массивные подвздошные кости, закругленные верхи которых хорошо прощупываются на теле. Вертикальные крестцово-подвздошные суставы между крестцом и подвздошной костью уплотнены волокнами и переплетены крест-накрест рядом связок. К тому же поверхность костей таза имеет небольшие надрезки, и кости складываются друг с другом наподобие свободно соединяющихся ажурных пил, что придает дополнительную устойчивость всей конструкции.

Около двух третей спускающейся вниз плоскости каждой подвздошной кости занимает глубокая впадина, называемая вертлужной впадиной, которая имеет конфигурацию такой формы, что вмещает шар конца бедренной кости — самой длинной кости тела. Под этой впадиной тазовая кость выгибается вперед к передней части тела. Эта часть таза называется лобковой (лонной) костью, которая имеет дополнение в виде петлеобразной седалищной кости, создающей основу для ягодиц. В передней части тела две лобковые кости соединяются в лобковом симфизе (лонном сочленении). Их соединение амортизируют хрящевой или лобковый диск. Сустав окутывает множество связок; связки отходят к подвздошной кости, чтобы придать тазу устойчивость.

В нижней части ноги проходят большеберцовая кость и более тонкая — малоберцовая кость. Ступня, как и кисть руки, состоит из сложной системы мелких костей. Это дает человеку возможность твердо и свободно стоять, а также ходить и бегать без падений.

Слева: Кисть руки имеет 14 фаланг пальцев (костей пальцев руки, а если говорить о ступне — костей пальцев ступни). Три фаланги находятся в каждом пальце, кроме большого, где их две. Движение этих костей обеспечивается суставами и мышцами.

Далее слева: Запястье состоит не менее чем из восьми отдельных костей, называемых костями запястья, расположенных в два ряда. Кости запястья расположены между пястными костями и лучевыми и локтевыми костями предплечья. Единственная из костей запястья, видимая под кожей, это гороховидная кость запястья, которая выступает бугром на запястье.



Своей гибкостью стопа человека обязана своей сложной анатомии Для того чтобы выдержать вес человека, кости пальцев стопы шире и более плоские, чем кости пальцев руки, и ногтевые полости иной формы для лучшего поддержания равновесия тела.

Кости стопы

Суставы и связки

Кости скелета соединяются между собой суставами. Кости должны быть надежно и прочно соединены между собой, в то же время они должны иметь большую свободу движения по отношению друг к другу. Именно суставы дают нам возможность полноты движений и делают скелет прекрасно сочлененным механизмом. Суставы делятся на два основных типа: мобильные, или синовиальные, и неподвижные, или волокнистые. Синовиальные суставы позволяют совершать большое количество движений и выстланы скользкой оболочкой, называемой синовиальной оболочкой. Движение волокнистого сустава ограничено волокнистой тканью. Помимо этих двух типов суставов есть еще суставы, образованные между костью и хрящем. Поскольку хрящ очень гибок, он позволяет делать много движений без помощи синовиальной оболочки. Примером таких хрящевых суставов могут служить суставы между ребрами и грудиной.

Синовиальные суставы

Синовиальные суставы могут подразделяться в свою очередь в зависимости от вида движений. Шарнирный сустав, такой как находящийся в локте и колене, позволяет совершать сгибательные и выпрямляющие движения; плоский (тугоподвижный) сустав позволяет делать скользящие движения во все стороны, потому что поверхность костей плоская или слегка выгнутая. Плоские суставы находятся в позвонках, запястье и предплюсневых костях стопы. Цилиндрические суставы шеи у основания черепа и в локте между плечевой костью и локтевой представляют собой особый тип шарнирного сустава, который вращается вокруг стержня. Цилиндрический сустав шеи позволяет голове поворачиваться, а в локте позволяет вертеться и поворачиваться предплечью, чтобы совершить такое движение, как поворот ручки двери или отвертки. Суставы, которые могут двигаться в разных направлениях, такие как тазобедренный и плечевой, называются шаровидными суставами.

Суставы в пальцах руки — типичные примеры шарнирных синовиальных суставов. Концы костей покрыты прочным эластичным материалом, называемым сочлененным (суставным) хрящем. Весь сустав заключен в необычайно прочную оболочку плотного хряща, называемую суставной капсулой. Это держит сустав на месте и предотвращает движения, которые могут причинить вред.

Выстилает сустав внутри, но не в сочлененном (суставном) хряще, синовиальная оболочка. Это слой очень тонкой ткани, выделяющей жидкость, которая смазывает сустав и предохраняет его от высыхания. Она не всегда обязательна для нормального функционирования сустава, и при некоторых условиях, когда синовиальная оболочка поражается, например, ревматоидным артритом, этот слой можно удалить без вреда для сустава. Здоровая синовиальная оболочка помогает суставу не изнашиваться.

Кисть руки содержит множество синовиальных суставов, и можно увидеть, как в некоторых тяжелых случаях ревматоидного артрита разрушение больного сустава может привести к уродливым деформациям пальцев запястья.

Коленный сустав

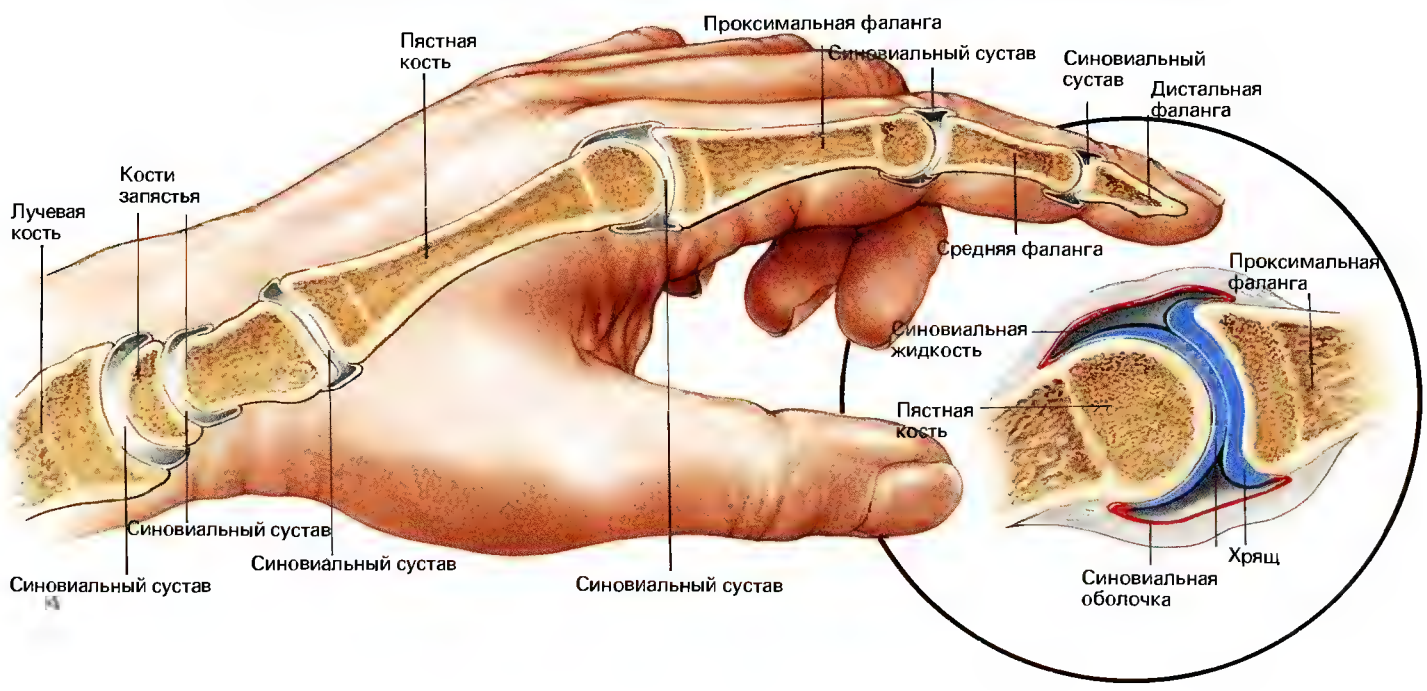
Коленный сустав представляет собой гораздо более сложный шарнирный сустав. Конец бедренной кости гладко закруглен и удобно покоится в блюдцеобразной верхушке большеберцовой кости. Поверхность костей покрыта хрящем.

Для того чтобы еще больше стабилизировать сустав, оставляя его в то же время гибким в движении, имеются два хрящевых клапана в суставном пространстве на каждой стороне колена. Это те два куска хряща, которые рвутся при спортивных травмах и удаляются при операции колена. Без них колено продолжает функционировать, но износ его увеличивается, и это может привести позднее к артриту.

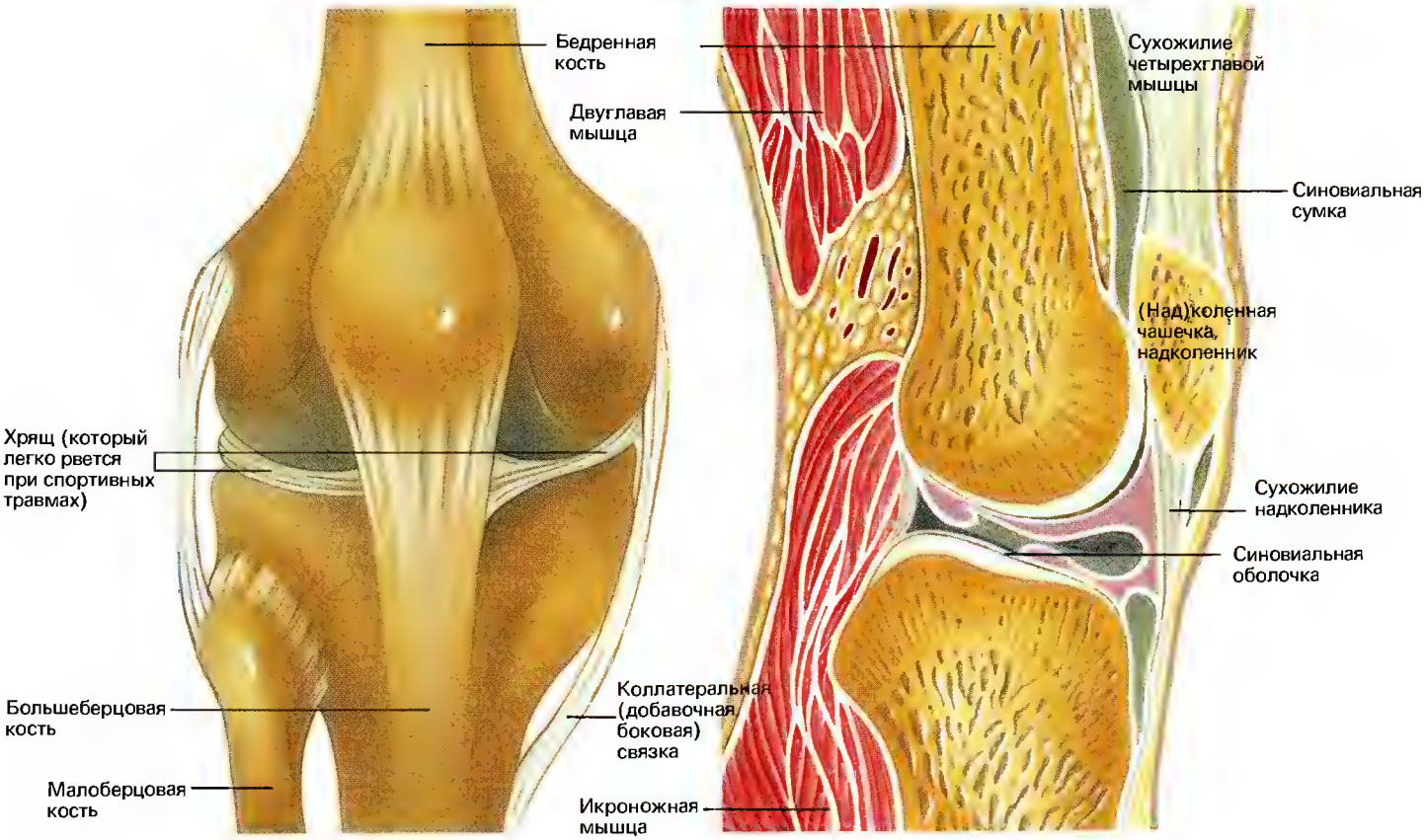
Для смазки сустава его поверхности омываются синовиальной жидкостью. Имеются также дополнительные мешки этой жидкости, называемые синовиальными сумками, которые расположены в суставе и срабатывают как защитные валики при ударах.

Прочность и устойчивость обеспечивается волокнистыми полосами, называемыми связками. Не мешая движениям колена, эти связки располагаются по обеим сторонам сустава и внутри него и придают тем самым устойчивость всему механизму.

Разрез запястья и кисти руки с показом синовиальных суставов



Строение колена



Вид спереди (слева) показывает кости, связки и хрящи коленного сустава. Разрез (справа) показывает строение в деталях, включая синовиальные сумки (сумки с жидкостью) и синовиальную оболочку.

Движения коленного сустава осуществляются мышцами бедра. Передние мышцы тянут колено вперед, задние — движут назад. Наверху эти мышцы прикрепляются к бедру и верхней части бедренной кости. Вниз по ноге они собираются в волокнистые сухожилия, которые пересекают колено и прикрепляются к большеберцовой кости (см. главу 3).

Для того чтобы сухожилие не терлось спереди о сустав во время движения, в это сухожилие встроена кость. Эта кость и есть коленная чашечка, или надколенник, которая расположена внутри сухожилия и не прикреплена к остальным частям колена. Она движется вверх и вниз в нижней части бедренной кости в хрящевом желобе и смазывается синовиальной жидкостью. Имеются также еще две синовиальные сумки, которые выступают в роли противоударных устройств коленной чашечки.

Колено особенно важно для передвижения человека. При каждом шаге оно сгибается, чтобы дать возможность ноге шагнуть вперед без удара о землю — иначе нога выносилась бы вперед посредством поднятия бедра, как это бывает заметно в походке человека с больной ногой. Шагнув вперед, человек выпрямляет колено, и нога его ступает на землю при помощи бедра.

Волокнистые (фиброзные) суставы

Волокнистые суставы включают в себя суставы спины, крестца, черепа и некоторые суставы лодыжки и таза. У этих суставов нет синовиальной оболочки; кости соединяются при помощи прочной, волокнистой ткани, позволяя лишь небольшие движения или не позволяя никаких движений вообще. Суставы позвоночника представляют собой некое исключение, поскольку они достаточно гибки для возможности движений, но в то же время они выполняют свою роль, заключающуюся в поддержке позвоночного столба.

Связки

Кости у сустава приводятся в движение мышцами. Мышцы прикрепляются к костям сухожилиями, которые не растягиваются. Связки, которые очень мало растягиваются, соединяют две кости, образующие сустав, и закрепляют эти кости в определенном положении, тормозя движения костей. Без связок кости очень легко смещаются. Связки расположены также в брюшной полости, где они фиксируют на своих местах внутренние органы, такие как печень и матка, предоставляя им в то же время некоторую степень подвижности, необходимую для изменений во время процесса еды, нищеварения и беременности. Имеются также связки, состоящие из тонких полос волокон, которые поддерживают грудные железы и препятствуют их обвисанию.

Человек обычно не чувствует наличие связок в теле, пока не повредит их. Растянутая связка сразу дает о себе знать и может быть так же болезненна, как и сломанная кость.

Строение

Связки — это форма соединительной ткани. Соединительная ткань в связках состоит, в основном, из прочного белого белкового коллагена с некоторым количеством желтоватого и более упругого белка — эластина. Во многих связках эта ткань распределена на пучки волокон.

Эти пучки расходятся в разных направлениях в зависимости от того типа движений, которым они противостоят. В связках, имеющих цилиндрическую форму, наподобие длинного шнура, волокна расходятся в длину вниз по шнуру и тормозят растяжение по длине. Другие связки, призванные не допускать боковые движения (в ширину), имеют форму плоских полос из переплетенных волокон, не позволяющих движение через полосы.

Между волокнами имеются специальные клетки, называемые фибробластами, которые отвечают за создание новых коллагеновых волокон и восстановление поврежденных волокон. Между пучками волокон имеется губчатая ткань, прони-

занная кровеносными и лимфатическими сосудами, а также предоставляющая пространство для проходящих нервов.

Связки прикреплены к костям при помощи волокон, которые проникают во внешнее покрытие кости, или надкостницу (периост). Надкостница снабжена нервами и кровеносными сосудами для питания кости, а также для обеспечения прикрепления связок и мышц. Связка и надкостница так тесно связаны друг с другом, что при поражении связок поражается и надкостница.

Специальные связки существуют для каждого типа суставов тела. В крупных суставах, таких как колени, бедро, локти, пальцы и позвоночные суставы, части суставной капсулы особо утолщены для большей прочности и известны под названием околосуставной (сумочной, капсулярной) связки. В дополнение имеются другие связки внутри и снаружи суставной капсулы, которые, каждая в отдельности, играют свою роль в ограничении и торможении конкретных типов движений. Они называются наружными (дополнительными) связками.

Цели

Разнообразие движений тела может зависеть от двух факторов — формы и дизайна поверхностей кости у сустава (сочлененной поверхности кости) и связок.

В некоторых суставах кости являются самым важным фактором. В локтевом суставе локтевая кость образует нижнюю часть сустава и имеет крюкообразную форму, которая позволяет только простое движение взад-вперед (как шарнир).

Здесь связки служат только для предотвращения бокового качания, и особая связка (кольцевидная) надета как воротник на головку лучевой кости (внешней кости предплечья), чтобы присоединить ее к локтевой кости, позволяя в то же время вращение (ротацию).

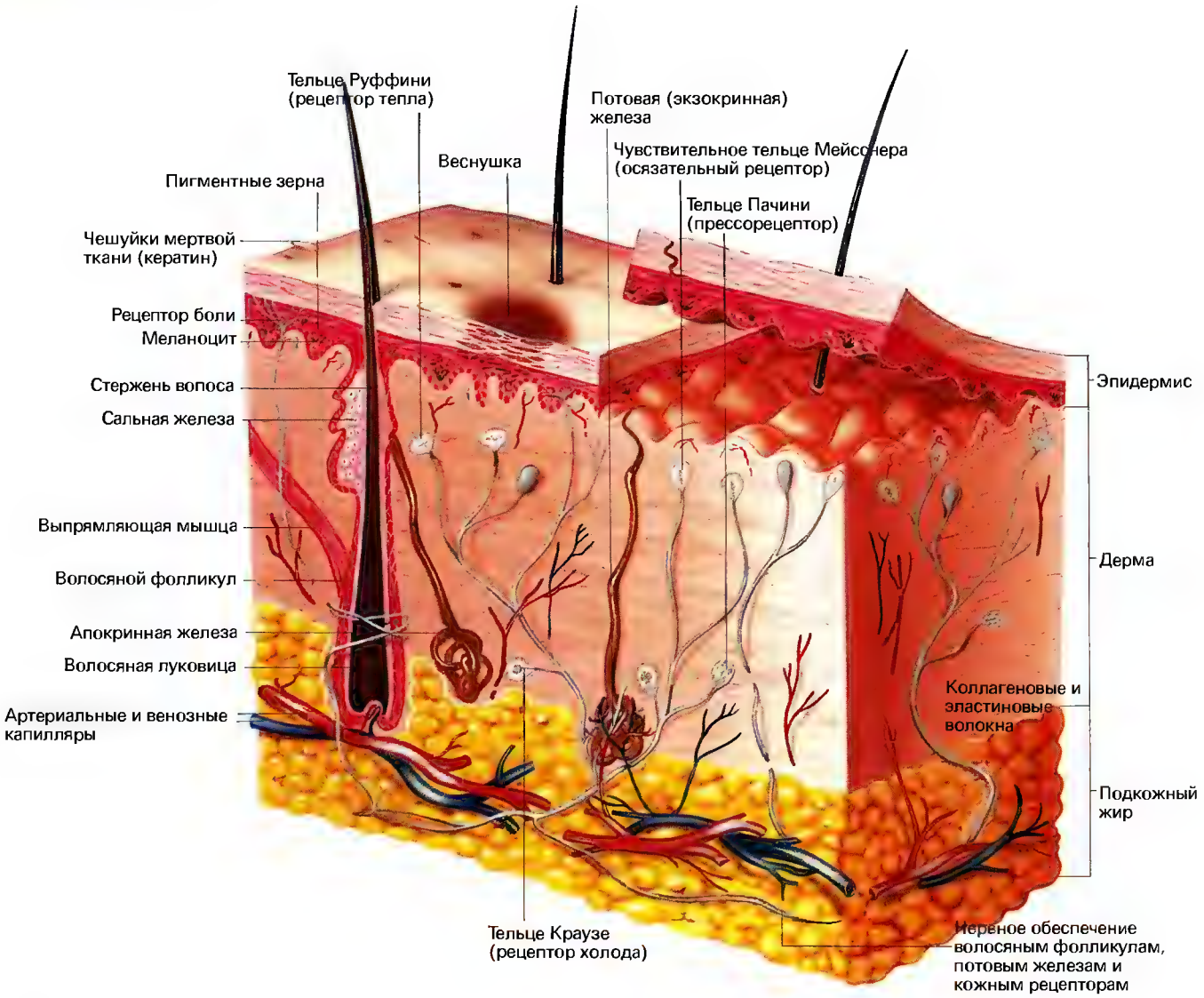
В коленном суставе, однако, формы костей не оказывают сопротивления движениям суставов. Так, хотя колено является также шарнирным суставом, особые крестообразные связки не позволяют ему выгибаться назад и запирают сустав, когда человек стоит прямо. Мышцы у суставов работают группами, одни — сжимаясь, другие — расслабляясь, для обеспечения движения костей. Связки работают в согласии с этими мышцами, тормозя чрезмерные движения.

Связки не обладают способностью сокращаться и функционируют как статичные и пассивные структуры в теле. Они могут быть слегка растянуты при движении в суставе, и как только это происходит, они постепенно становятся все туже и туже, пока не прекращается движение.

Имеются также связки, которые проходят между двумя точками на одной и той же кости и не реагируют ни на какое движение. Они защищают и фиксируют важные структуры, такие как кровеносные сосуды и нервы.

Каждое движение тренированного спортсмена зависит от слаженной работы суставов, мышц, сухожилий и связок. Внизу показаны наиболее важные связки, необходимые для совершения движений, в которые вовлечены плечо, а внизу справа — те связки, которые необходимы для движений локтя, когда, к примеру, олимпийский чемпион Дейли Томпсон выступает на соревнованиях.

Структура кожи



Кожа состоит из двух различных слоев ткани: дермы и эпидермиса. Оба слоя содержат нервные окончания, которые передают ощущения боли, давления, тепла и холода. Потовые железы жизненно важны в регуляции температуры тела, в то время как сальные железы смазывают кожу и волосы. Апокринные железы развиваются в период половой зрелости и имеют отношение к половым функциям. Пигментопроизводящие клетки, называемые меланоцитами, могут вызывать появление веснушек.

Кожа

Кожа, или наружный покров,— не просто покрытие тела человека. Это активный, с многообразными функциями орган, который водонепроницаем, так что человек не высыхает в жару и не тает во время дождя. Кожа защищает человека от разрушающего действия солнечной радиации. Она достаточно прочна, чтобы защитить его от повреждений, в то же время достаточно мягка и упруга, что позволяет человеку совершать движения. Она сохраняет тепло или, когда это надо, охлаждает тело, поддерживая постоянной температуру внутри него.

Структура кожи

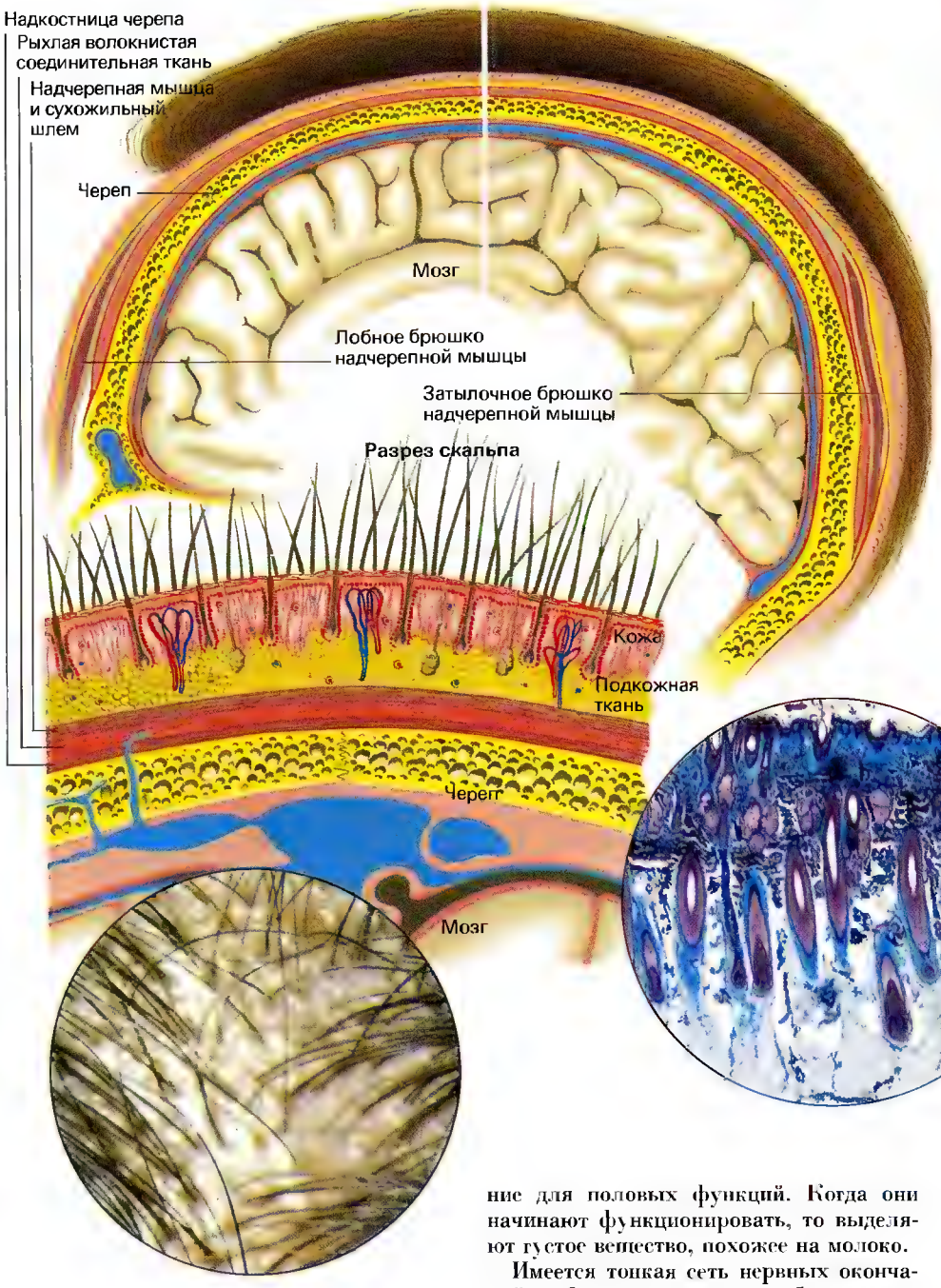
Кожа состоит из двух частей. Верхняя часть—эпидермис—представляет собой несколько слоев клеток, нижние из которых называются материнскими клетками (метроцитами). Здесь клетки постоянно делятся и движутся наверх, где становятся плоскими, умирают и превращаются в материал, называемый кератином, который в конце концов отслаивается в виде мельчайших чешуек. Требуется от трех до четырех недель, чтобы клетка нижнего слоя достигла поверхности кожи.

Этот внешний защитный слой плотно прилегает к лежащему ниже слою, называемому дермой. Очень маленькие пальцевидные выпуклости в дерме хорошо совмещаются с углублениями в эпидермисе, и эта волнистость в соединении двух слоев кожи порождает выступы, или гребни, особенно заметные на кончиках пальцев, которые дают всем известные отпечатки пальцев. Дерма состоит из пучков коллагеновых и эластиновых волокон. В дерме содержатся потовые, сальные и апокринные железы, волосяные фолликулы, кровеносные сосуды и нервы. Нервы проникают в эпидермис тоже, но кровеносные сосуды находятся только в дерме. Волосы и протоки от желез проходят через эпидермис к поверхности кожи.

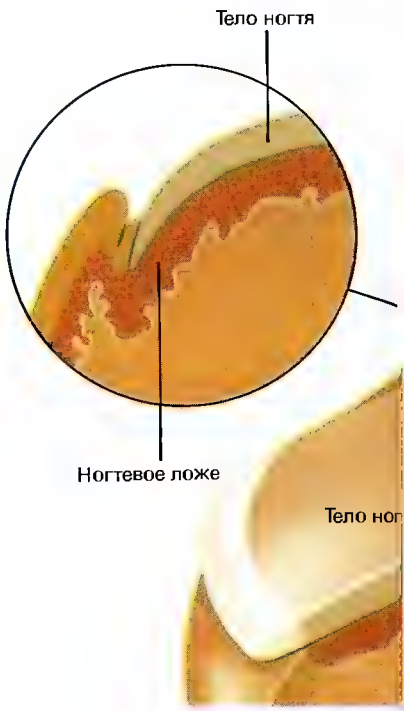
Каждая потовая железа состоит из закрученной трубки эпидермальных клеток, которая ведет в проток потовой железы, чтобы открыть его на поверхности кожи. Потовые железы контролируются

Структура скальпа

Детальный вид скальпа показывает несколько слоев, которые составляют эту необычную часть кожи. Именно рыхлая волокнистая соединительная ткань позволяет мышцам скальпа двигать им. Волосяные фолликулы на внешней стороне (левая вставка) и на внутренней стороне (правая вставка) отвечают за производство и рост волос.



Внизу: Ноготь возникает из живых клеток кожи вокруг ногтевого корня, но тело ногтя само по себе мертвая структура. Однако ноготь отвечает на прикосновение, так как кожа под ним содержит много нервных окончаний.



нервной системой и выделяют пот под воздействием эмоций или по причине необходимости охлаждения тела (см. с. 129).

Сальные железы имеют выход к волосяным фолликулам и состоят из специальных эпидермальных клеток, которые производят смазку, или кожное сало. Больше всего сальных желез на голове, лице, груди и спине. Их функцией является смазка стержня волоса и окружающей кожи, и они контролируются половыми гормонами.

Апокринные железы развиваются в период полового созревания и находятся в подмышечных впадинах, грудных железах и около половых органов. Они производят пахучие вещества и имеют значение для половых функций. Когда они начинают функционировать, то выделяют густое вещество, похожее на молоко.

Имеется тонкая сеть нервных окончаний в обоих слоях кожи, особенно много их на кончиках пальцев. Они передают приятные ощущения тепла и прикосновения, а также холода, давления, зуда и боли — ощущения, которые могут вызвать защитные реакции.

Волосы и ногти

Волосы и ногти — это особые формы кератина. Хотя ногти созданы живыми клетками кожи, сами они мертвы, не ощущают боли и не кровоточат, если их повредить. Видимая часть ногтя называется телом ногтя, и его форма зависит частично от генетических факторов. Нижняя часть ногтя, которая помещена в паз в коже, называется корнем ногтя. Прикрывают корень сверху надногтевые

пластинки, или эпонихий (кутикулы). Эти наружные слои кожи прикрывают белый полукруг, или ногтевую луночку, находящуюся ближе к основанию ногтя. Ногтевая луночка, которая особенно ясно видна на большом пальце, немного толще, чем остальная часть ногтя, и она белого цвета, потому что затемняет собой кровь.

Самый нижний слой клеток в коже, содержащий складки ногтя, называется основной матрицей. Клетки матрицы делятся, и верхние слои утолщаются, укрепляются кератином. Когда клетки умирают, они сами становятся частью ногтя. Если матрица серьезно повреждена, весь ноготь потерян.

Волосы формируются клетками в волосяных фолликулах. Есть два типа волос: тонкие пушковые волосы, которые растут по всему телу, кроме ладоней рук и подошв стопы, и толстые окрашенные волосы, растущие на голове (скальпе), бровях, бороде и в области гениталий.

Видимая часть волоса называется стержнем: он формируется из кератина и состоит из омертвевших тканей. Стержень укреплен в трубкообразной впадине, называемой фолликулом. Волос развивается из корня, дермального сосочка, который находится на дне фолликула и питается от потока крови. Если корень разрушается, волос перестает расти и может вообще не вырасти снова.

Фолликул содержит также сальную железу и мышцу, поднимающую волос. Когда человек мерзнет, чего-то боится или встревожен, эти мышцы сокращаются, заставляя волос встать, а кожу вокруг него покрыться пупырышками, то есть образовать так называемую гусиную кожу.

У взрослых людей на голове имеется около 120 000 волос; рыжеволосые имеют несколько меньшее количество, блондины же — несколько большее. Тип волос зависит от их структуры: тонкие пушковые волосы, растущие по всему телу; длинные волосы, которые растут на голове; короткие щетинистые волосы, из которых состоят брови. Белокурые волосы — самые тонкие, черные — самые толстые.

Тип стержня волоса зависит от того, прямые волосы или вьющиеся. Цилиндрический стержень волоса — у прямых волос, овальный стержень — у вьющихся и волнистых, а плоский стержень, или в форме почек, — у густых и курчавых волос.

Клетки, которые производят кератин для волос, являются самыми быстроделящимися в теле человека. Волос головы растет в среднем на 1,25 см в месяц. Рост волоса не бесконечен, и каждые пять-шесть месяцев волос вступает в фазу покоя, во время которой он не растет. Корни нерастущих волос становятся утолщенными на одном конце (булавовидными); отсюда название — утолщенные на одном конце волосы, они теряют свою нормальную пигментацию. Около десяти процентов волос на голове человека находятся в фазе покоя. Именно эти волосы вылезают, когда человек моет голову. Фолликулы при этом не повреждаются, и когда фаза покоя у корня волоса кончается, начинается снова нормальный рост волоса.

Цвет кожи

Цвет кожи зависит от черного пигмента меланина. Меланин находится также в волосе и в радужной оболочке глаза. Он образуется в производящих меланин клетках, расположенных в слое у основания кожи и называемых меланоцитами.

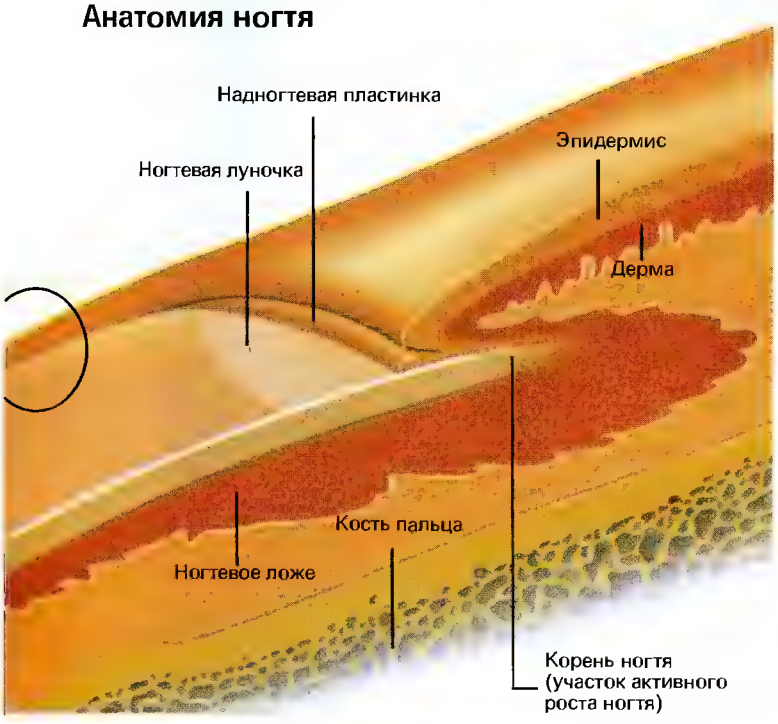
Независимо от типа расы в коже каждого человека находится одинаковое количество меланоцитов. Но количество меланина, которое эти клетки производят, различно. У людей темнокожей расы меланоциты больше по размеру и производят больше пигмента. Функция меланина — защита кожи от вредного воздействия солнечных лучей: чем темнее кожа, тем лучше она защищена от солнечного ожога.

Сложный химический процесс в теле, который превращает аминокислоту — тирозин — в меланин, происходит на наружной части каждого меланоцита. Образовавшись, пигмент движется к центру клетки, чтобы окутать и, следовательно, защитить сверхчувствительное ядро. Воздействие ультрафиолетовых лучей от искусственного источника или солнца стимулирует производство меланина в форме нормального процесса загара кожи. Меланин образуется, клетки расширяются, и кожа темнеет. Индивидуальная реакция разных людей может быть разной, но в конечном результате все, кроме альбиносов, постепенно получают загар, когда находятся под воздействием солнечных лучей.

Другими факторами, влияющими на цвет кожи, являются кровь в кровеносных сосудах кожи и естественный желтоватый оттенок ткани кожи. Состояние крови внутри кровеносных сосудов может сильно менять цвет кожи. Так, человек бледнеет от страха, когда малые сосуды закрываются, краснеет от гнева, когда увеличивается приток крови, и синеет от холода, когда бóльшая часть кислорода в крови отходит к тканям по мере того, как приток крови замедляется.

Различие в цвете кожи объясняется различными уровнями меланина. Гранулы меланина образуются в эпидермисе клетками, называемыми меланоцитами. Солнечный свет ускоряет действие меланоцитов.

Анатомия ногтя

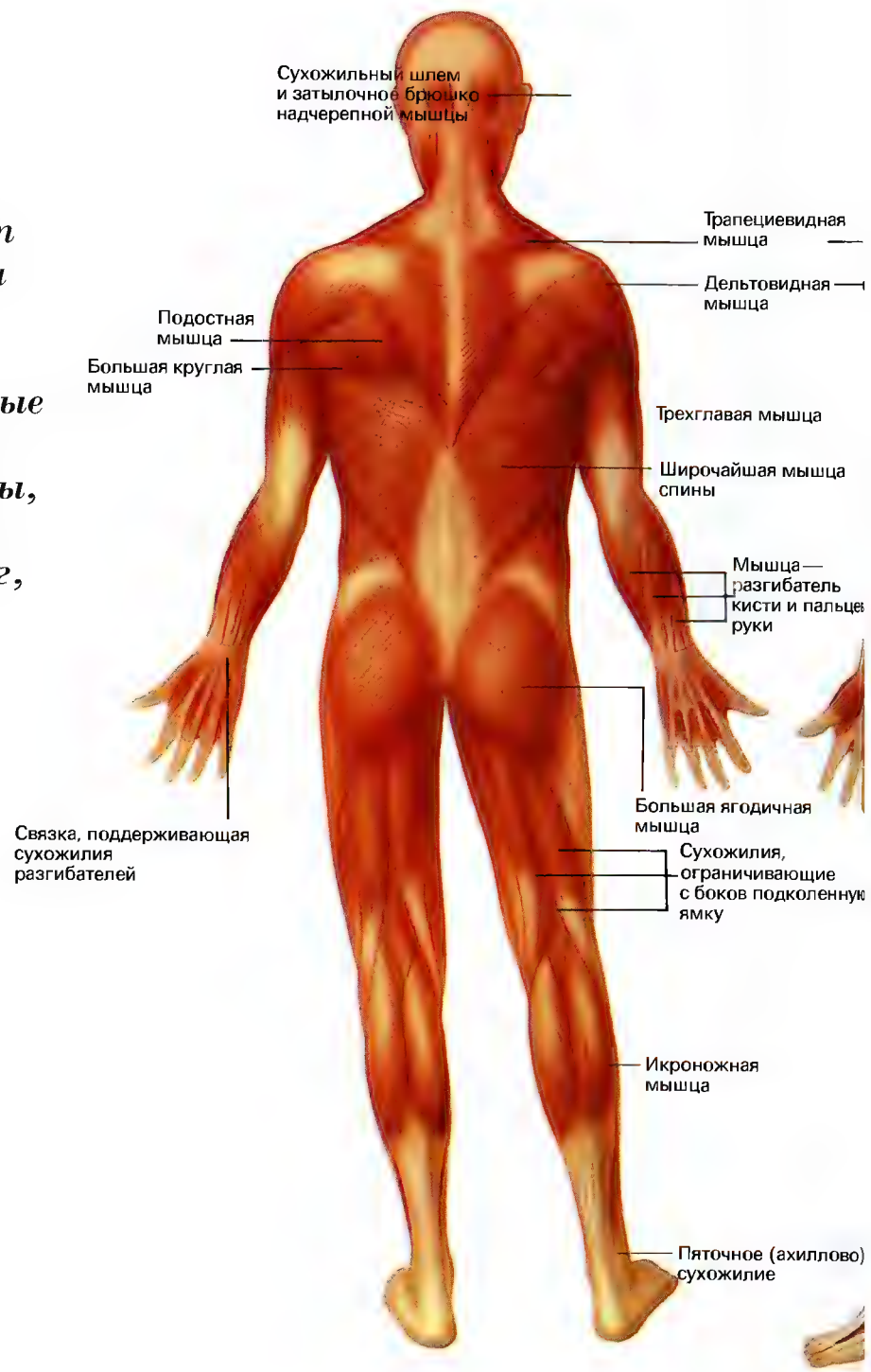


Нормальная реакция кожи на солнечный свет

ГЛАВА 3

МЫШЕЧНАЯ СИСТЕМА

Каждое движение тела, от моргания до прыжка, становится возможным благодаря мышцам и сухожилиям — продолжениям мышц, играющим решающую роль в передаче энергии (силы) от мышц к кости, которую они двигают. В основе этих действий лежат очень сложные механизмы, которые делают такие простые действия, как поворот головы, сложной процедурой, вовлекающей в действие мозг, нервы и органы чувств.



Справа: Произвольно сокращающиеся мышцы тела работают с костями и сухожилиями для того, чтобы обеспечить движения, которые контролируются сознанием. Они также отвечают за те автоматические реакции на раздражители, которые называются рефлекторной деятельностью

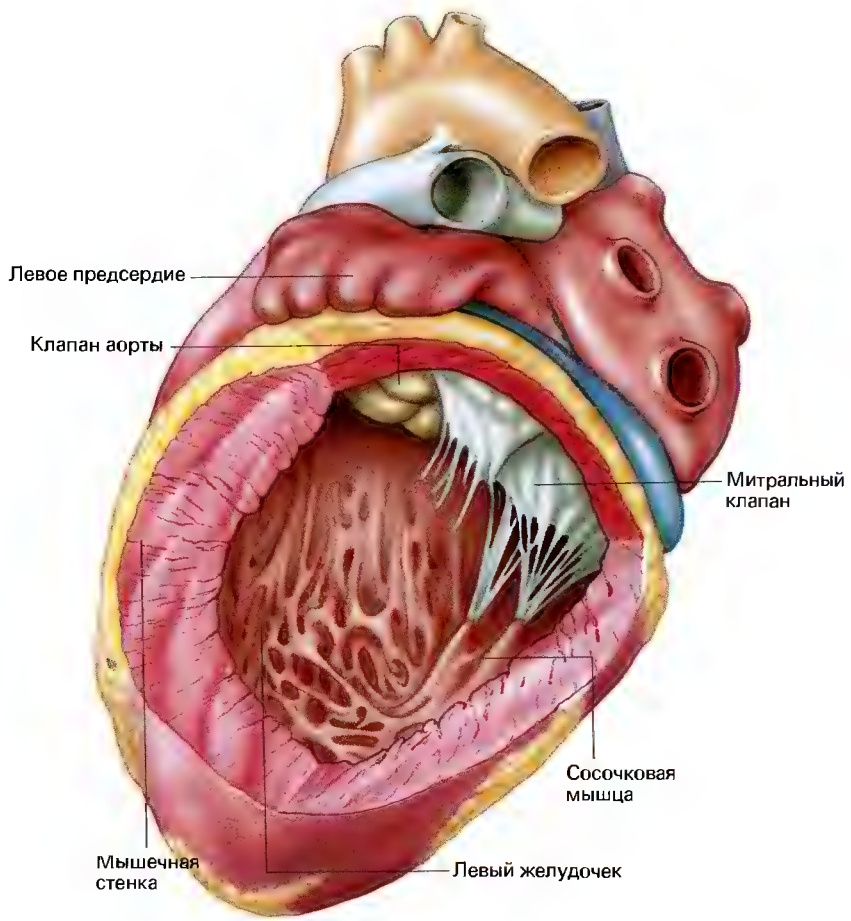
Мышцы

Существует три типа различных мышц в теле человека. Первый тип — скелетные, или произвольно сокращающиеся, мышцы. Вместе с костями и сухожилиями они отвечают за все формы произвольных движений человека, таких как восхождение по лестнице, а также они вовлечены в непроизвольные реакции, известные как рефлексы. Второй тип — гладкие мышцы (названные так потому, что так выглядят под микроскопом гладкими), которые заняты в непроизвольных движениях внутренних органов, таких как кишки и мочевой пузырь. Третий тип — сердечная мышца, из которой состоит основная часть сердца.

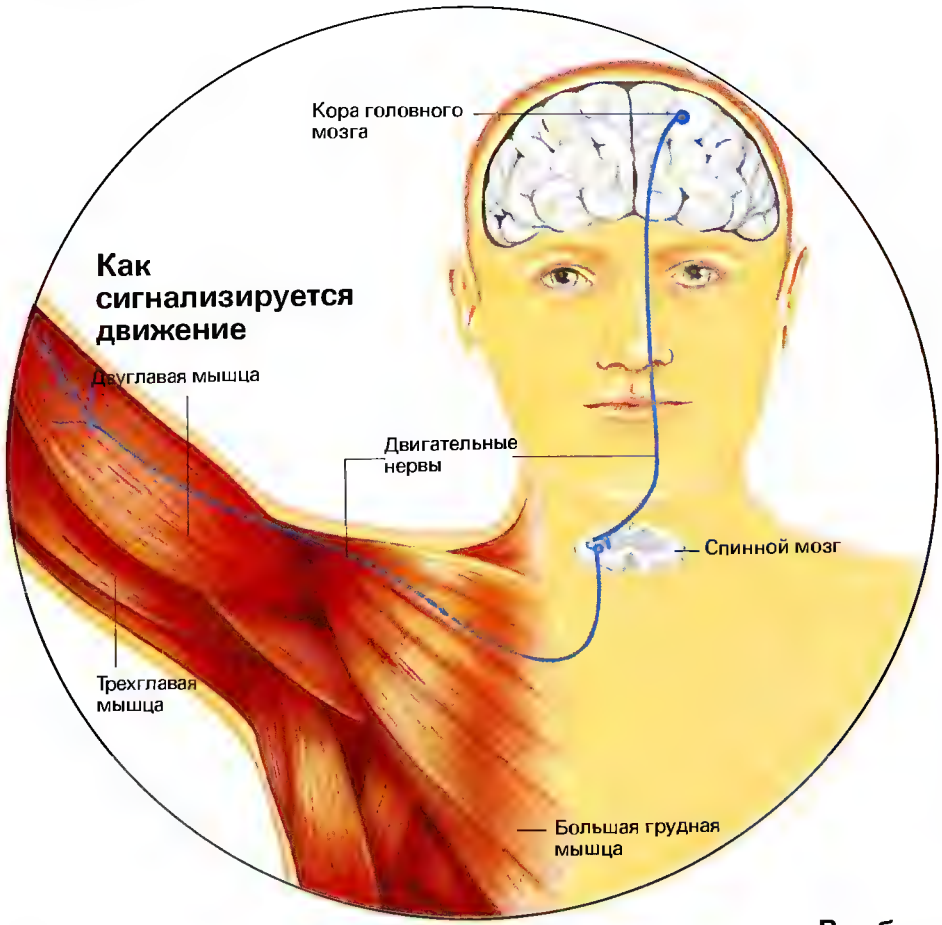
Произвольно сокращающиеся мышцы называются также полосатыми мышцами, потому что расположение волокон, которые их образуют, придает им полосатый рисунок под микроскопом. Они действуют путем укорачивания в длину; процесс этот называется сокращением мышц. Они могут произвести внезапные, взрывные сокращения, которые приводят человека к прыжкам вверх, и могут держать постоянное сокращение, например, чтобы придать телу определенную позу. Произвольно сокращающиеся мышцы распределены по всему телу, составляя очень большую часть его веса — до 25 процентов, даже у новорожденного ребенка. Они отчасти похожи на шнуры, прикрепленные к различным точкам скелета, и контролируют движения различных костей от самых малых, таких как стремянная мышца, которая работает на стремени (слуховой косточке), мельчайшей косточке во внутреннем ухе, до мощной большой ягодичной мышцы, которая образует ягодицы и контролирует тазобедренный сустав.

В гладких, или непроизвольно сокращающихся, мышцах, каждое волокно представляет собой длинную веретенообразную клетку. Гладкая мышца не находится под контролем сознания человека, но отвечает за мышечные сокращения, необходимые для таких процессов, как пищеварение, где ритмические сжимания кишок (перистальтика) двигают пищу. Эти сокращения кишок вызываются сокращениями гладких мышц.

Сердечная мышца имеет структуру, подобную произвольно сокращающимся



Внизу: Сердце — единственная структура тела, которая состоит из сердечной мышцы (миокарда). Сокращения сердца — результат пульсаций (биений), контролирующихся тканями водителя ритма внутри сердца, которые позволяют проталкивать кровь по кровеносным сосудам.



Произвольное движение осуществляется сигналами, идущими от коры головного мозга на противоположную сторону тела, где возникает движение, по спинному мозгу и вдоль двигательных нервов к скелетным мышцам. Некоторые из этих сигналов заставляют мышцы сокращаться, другие тормозят двигательные нервы и вызывают релаксацию мышц-антагонистов.

мышцам, но ее волокна короче и толще и образуют плотную сетку.

Структура мышц

Произвольно сокращающаяся мышца по виду похожа на группу параллельных волокнистых пучков, собранных вместе. Самыми малыми из этих волокон — и основными рабочими единицами мышцы — являются нити актина и миозина, такие тонкие, что их можно рассмотреть только с помощью электронного микроскопа. Они состоят из белка, и их иногда называют сократительными белками. Мышца укорачивается, когда нити миозина и актина притягиваются друг к другу по длине.

Эти нити собираются в пучки, называемые миофибриллами. Между ними находятся отложения мышечного топлива в виде гликогена (углевод, широко известный как крахмал) и нормальные фабрики энергии клетки, то есть митохондрии, где кислород и пища-топливо сжигаются, чтобы произвести энергию.

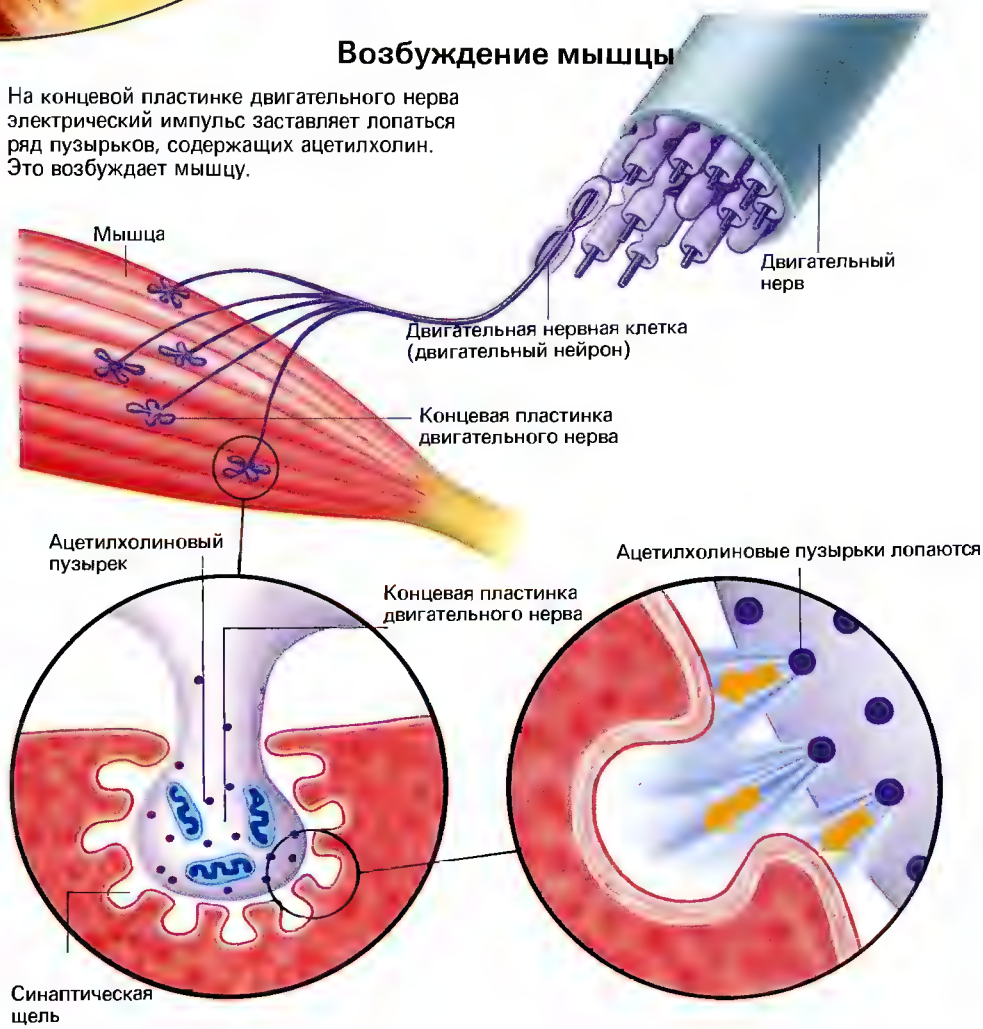
Миофибриллы далее собираются в пучки, называемые мышечными волокнами. Это настоящие мышечные клетки с ядром у наружного края. К каждой клетке подходит нервное волокно, которое приводит ее, когда необходимо, в действие. Мышечные волокна сами группируются в пучки, окутанные оболочкой из соединительной ткани подобно тому, как покрыты изоляцией медные проволоки электрокабеля. Малая мышца может состоять только из нескольких пучков волокон, в то время как большие мощные мышцы, такие как большая ягодичная мышца, состоят из сотен таких пучков.

Мышца помещается в покрытие из волокнистой ткани. Покрытие имеет толстое центральное брюшко и две суживающиеся к концу ленты, или сухожилия, каждое из которых прикреплено к кости. Структура гладкой мышцы не отличается упорядоченным расположением нитей и волокон, складывающихся в сложный геометрический рисунок; эта мышца состоит из свободно расположенных веретенообразных клеток, хотя ее сокращение также зависит от действия миозиновых и актиновых нитей.

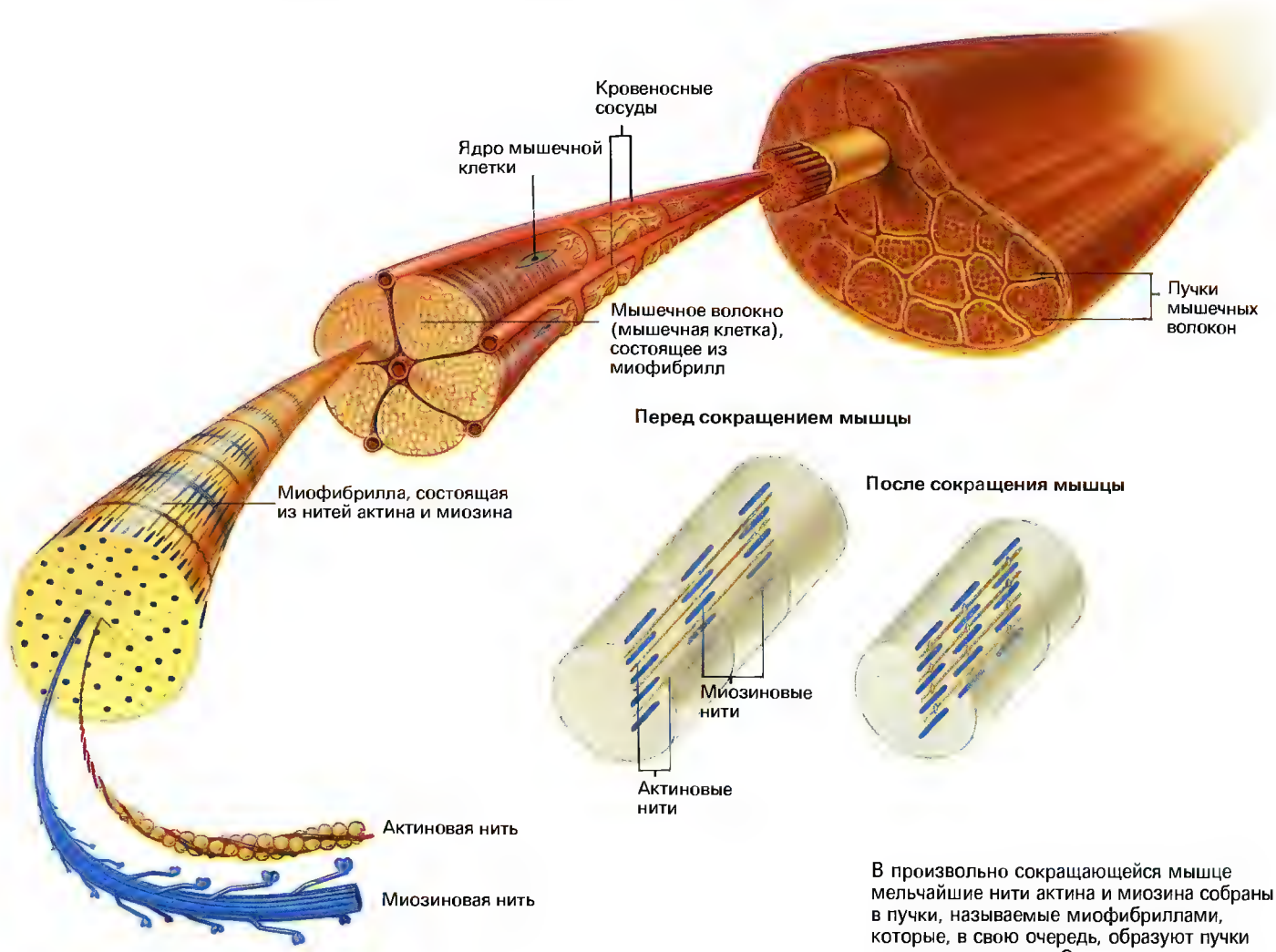
Структура сердечной мышцы однако при рассмотрении под микроскопом такая же, как и у произвольно сокращающейся мышцы, кроме одного отличия: волокна образуют рисунок крест-накрест.

Возбуждение мышцы

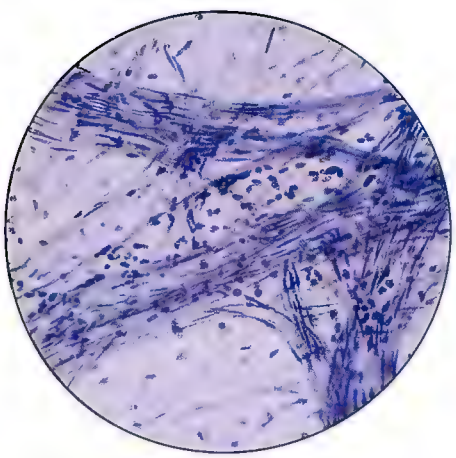
На концевой пластинке двигательного нерва электрический импульс заставляет лопаться ряд пузырьков, содержащих ацетилхолин. Это возбуждает мышцу.



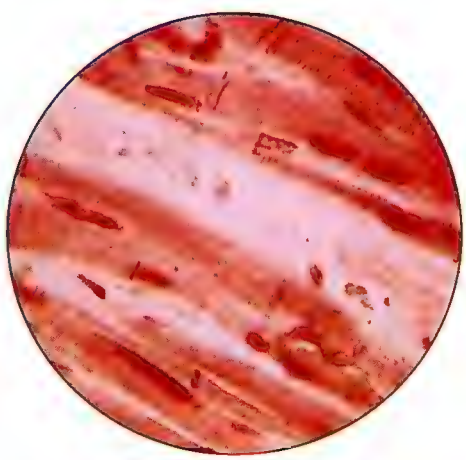
Структура произвольно сокращающейся мышцы



В произвольно сокращающейся мышце мельчайшие нити актина и миозина собраны в пучки, называемые миофибриллами, которые, в свою очередь, образуют пучки мышечных волокон. Это мышечные клетки с ядром у наружного края в оболочке из соединительной ткани.



Непроизвольно сокращающаяся, или гладкая, мышца состоит из длинных веретенообразных клеток.



Сердечная мышца состоит из волокон, расположенных в упорядоченном рисунке крест-накрест.

Актиновые и миозиновые волокна в произвольно сокращающейся мышце совмещаются, как два ряда зубьев расчески.

Как работают мышцы

Скелетные, а также произвольно сокращающиеся мышцы приводятся в действие двигательными нервами спинного мозга — пучком нервных волокон, который выходит из головного мозга через канал в позвоночном столбе. Эти двигательные нервы разделяются на несколько нитей в том месте, где они входят в мышцу, или иннервируют ее. Затем каждая нить вступает в контакт с какой-либо мышечной клеткой. Электрический импульс движется по нерву от головного мозга и, достигая кончика нерва, способствует выделению мельчайшего количества химического вещества ацетилхолина из внутриклеточных гранул, где оно содержится. Ацетилхолин пересекает короткое расстояние между нервным окончанием и мышцей и оседает на особых участках мышечной ткани, называемых рецепторами. Как только в рецепторе оказывается ацетилхолин, мышца сокращается и остается в таком состоянии все время, пока химическое вещество находится в контакте с рецептором. Для того, чтобы обеспечить расслабление мышцы, в дело вступает фермент, нейтрализующий ацетилхолин.

Самые простые рефлекторные движения происходят в результате прямого возбуждения двигательных нервов сигналами, поступающими в спинной мозг от сенсорных рецепторов — нервов, улавливающих внешние раздражения. Например, в случае так называемого «коленного рефлекса» легкий удар по ноге под надколенной чашечкой воспринимается рецепторами внутри одного из сухожилий, проходящих через коленный сустав. Эти рецепторы посылают сигналы в спинной мозг, который, в свою очередь, возбуждает двигательные нервы, идущие от спинного мозга к мышцам бедра. В результате мышца бедра быстро сокращается, и нижняя часть ноги резко дергается вверх.

Осознанные движения произвольно сокращающихся мышц наоборот происходят под воздействием сигналов, посылаемых из головного мозга по спинному мозгу. Некоторые из этих сигналов служат для возбуждения определенных двигательных нервов, а другие — для их успокоения, так что вырабатывается модель, по которой некоторые мышцы будут сокращаться, а другие — расслабляться.

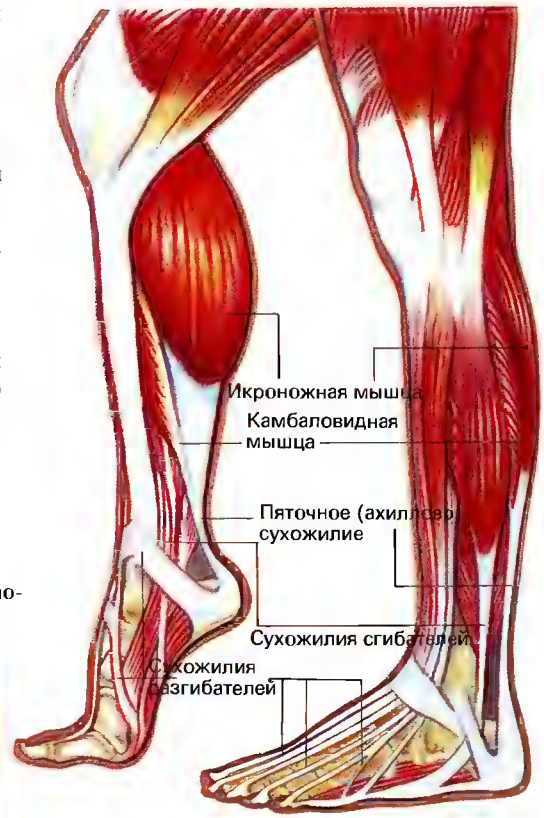
Деятельность белков (миозина и актина) в момент мышечного сокращения представляет собой сложный процесс, в котором химические соединения между ними постоянно образуются и распадаются. Для этого нужна энергия, образующаяся при сгорании кислорода и пищи в митохондриях; эта энергия собирается и передается в качестве соединения под названием АТФ (аденозинтрифосфатоза), очень богатого высокоэнергетическим фосфатом. Процесс сокращения мышцы начинается выбросом кальция (одного из самых распространенных в организме элементов) в клетки мышцы по целой сети мелких трубочек, расположенных между миофибриллами и называемых микроканальцами.

В любой момент несколько клеток в мышце будут сокращаться, придавая определенную степень напряженности, или тонус. Когда сократится достаточное количество мышечных волокон, вся мышца укорачивается, уменьшая расстояние между точками ее прикрепления, и тогда две или более кости начинают двигаться по отношению к другим.

Отдельные мышцы обладают способностью только укорачивать, но не удлинять расстояние между двумя точками прикрепления — они могут стягивать, но не разтибать. Для движения в противоположном направлении должна быть возбуждена другая мышца. Например, двуглавая мышца плеча может сгибать локоть, но выпрямление руки производится другой мышцей — трехглавой мышцей нижней стороны плеча. Мышцы типа бицепсов и трицепсов называются мышцами-антагонистами: они «работают друг против друга».

Гладкие мышцы также снабжены двигательными нервами. Однако вместо одного двигательного нерва, раздражающего одну мышечную клетку, раздражение распространяется волной на несколько клеток. Такое волнообразное действие помогает, например, в продвижении пищи в кишечнике.

Сокращение сердечной мышцы вызывается не двигательными нервами, а импульсами, исходящими от пульсирующей ткани внутри сердца. Эти импульсы возникают приблизительно 72 раза в минуту, заставляя сердце сокращаться и выталкивать кровь.



Вверху: Мышцы нижней части ноги и стопы. При ходьбе тело выносится вперед мощными мышцами нижней части ног — икроножной и камбаловидной. Эти мышцы упираются в коленный сустав, который служит рычагом. Мышцы разгибатели стопы сгибают пальцы ног для заключительного толчка вперед.

Слева: В движении ноги вперед от бедра участвуют мышца-напрягатель широкой фасции, которая соединяет таз с бедренной костью, и портняжная мышца — самая длинная мышца тела человека, идущая от тазового пояса к колену. Три приводящие мышцы — короткая, большая и длинная — возвращают ногу в исходное положение.

Сухожилия

Сухожилия, или связки, играют важную роль в самых разнообразных движениях. Сухожилие соединяет, как правило, активную часть мышцы или всю мышцу с той частью, которая предназначена для движения — обычно с костью. Сила сокращения мышечных волокон концентрируется в сухожилии и передается через него, обеспечивая мышечную тягу в нужной части тела, заставляя ее таким образом двигаться.

Сухожилия — это особые «продолжения», или «продления», мышц. Они состоят из соединительной ткани, которая связывает пучки мышечных волокон вместе, соединяя и продлевая их за пределы мышцы в виде очень прочной, неэластичной ступы. В них очень мало нервных окончаний, и, будучи в сущности инертными тканями, они мало снабжаются кровью. С одного конца сухожилие образовано из брюшка мышцы, а с другого конца оно очень крепко привязано к соответствующей кости, при этом часть его волокон входит в костную структуру.

Некоторые сухожилия расположены близко к поверхности тела, и их можно легко прощупать. Например, сухожилия, ограничивающие с боков подколенную ямку, контролирующие сгибание колена, находятся в тех местах, где сразу несколько суставов должны двигаться в пределах небольшого пространства, так как они занимают гораздо меньше места, чем «мясистые» мышцы. Так, на обеих сторонах кистей рук и ступней ног находятся целые батареи различных сухожилий. Мышцы, управляющие этими связками, расположены на значительном расстоянии соответственно на руках и ногах.

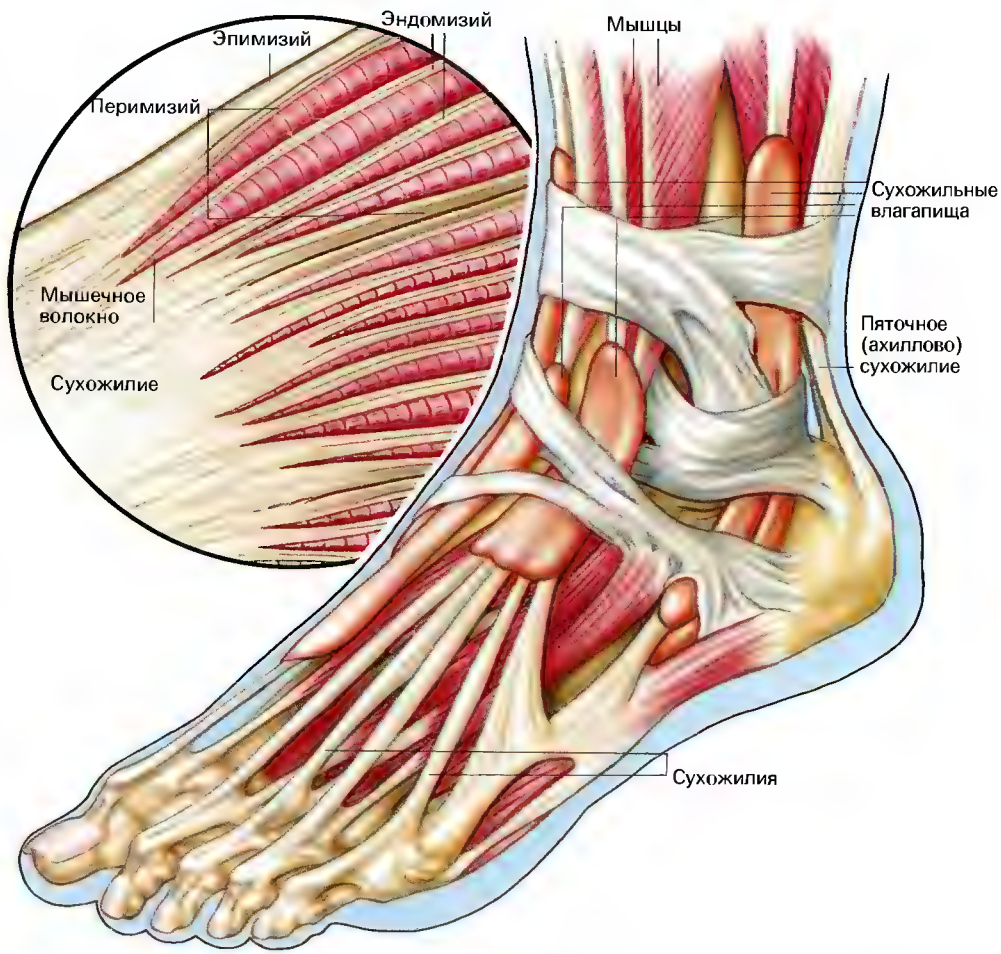
Необычное сухожилие находится в соединении с мышечной тканью, которая образует стенку сердца и обеспечивает его «насосную» деятельность. Здесь отрезки уплотненной, волокнистой соединительной ткани образуют жесткие участки внутри сердечной мышцы, которые не только укрепляют структуру самой мышцы, но и образуют твердые поддерживающие кольца в тех точках, где крупные кровеносные сосуды соединяются с сердцем.

Сухожильные влагалища

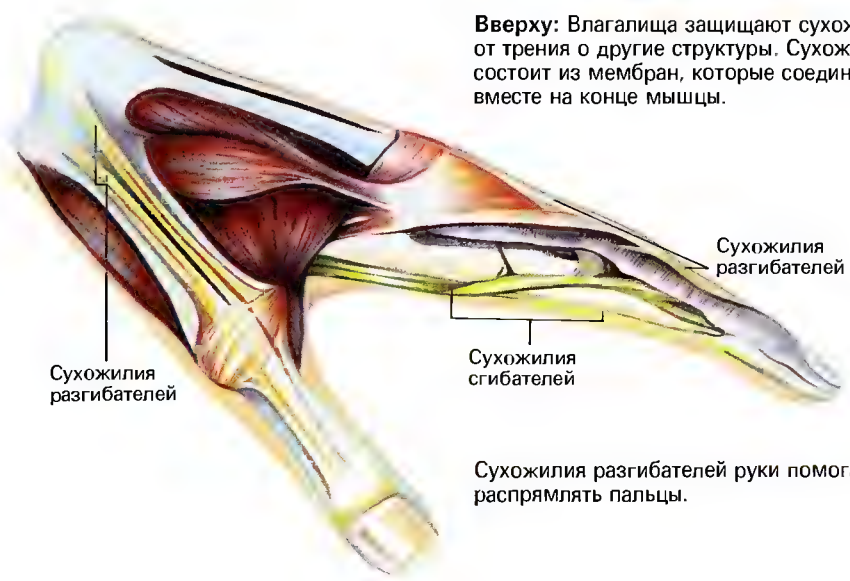
Для того, чтобы сухожилия могли двигаться легко, без трения и опасности снашивания, в области лодыжки и запястья они заключены в оболочки (влагалища) в тех точках, где пересекаются друг с другом или находятся в тесном контакте с другими структурами. Сухожильное влагалище представляет собой муфту с двойными стенками, предназначенную изолировать, защищать и смазывать сухожилие. Пространство между двумя слоями влагалища содержит жидкость, позволяющую этим двум стенкам легко скользить при взаимодействии друг с другом.

Однако механизмы в организме человека не могут выдерживать повторяющиеся одинаковые движения без возникновения травм в форме воспалений. Периоды отдыха необходимы для пополнения запаса смазывающей жидкости. Если этого не происходит и система работает без соответствующей смазки, два слоя сухожильного влагалища начинают тереться друг о друга и стираться. Продолжение движения становится болезненным и вызывает появление скрипучего звука — крепитации. Возникает состояние, которое называется тендосиновит, или тендовагинит — воспаление сухожильного влагалища. Внезапное, непривычное использование определенной группы мышц часто вызывает тендосиновит.

Сухожилия и сухожильные влагалища



Вверху: Влагалища защищают сухожилия от трения о другие структуры. Сухожилие состоит из мембран, которые соединяются вместе на конце мышцы.



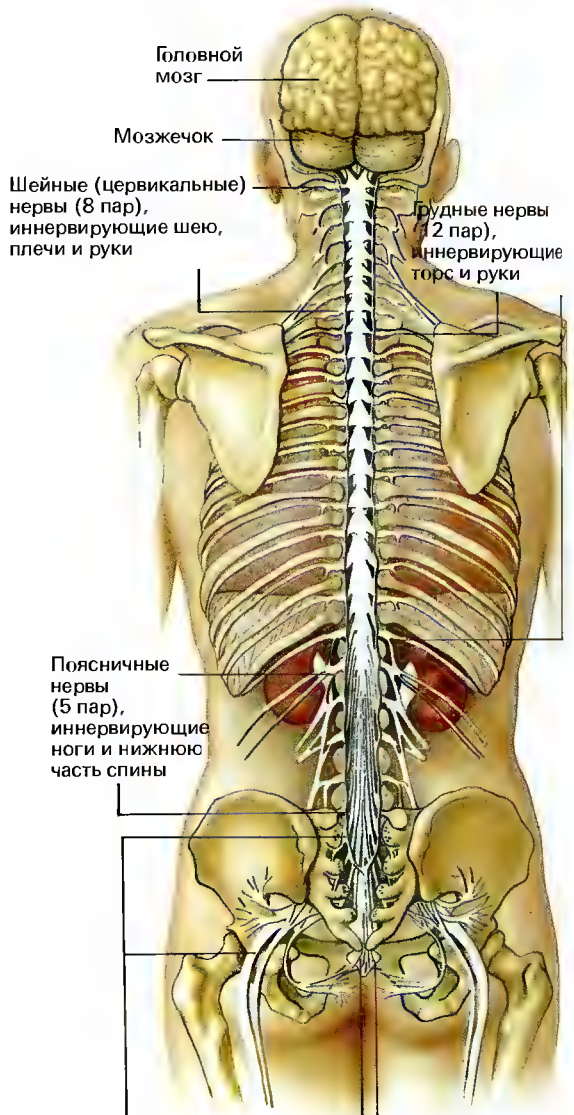
Сухожилия разгибателей руки помогают распрямлять пальцы.

ГЛАВА 4

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Нервная система играет важнейшую роль в сенсорном восприятии органов чувств, в ощущении боли и удовольствия, в контроле за движениями и в регулировании таких функций организма, как, например, дыхание. Эта самая важная и сложная система человеческого организма играет также жизненно важную роль в развитии речи, мышления и памяти. Центром нервной системы являются головной мозг и спинной мозг, которые полностью контролируют все нервные ткани в других частях тела.

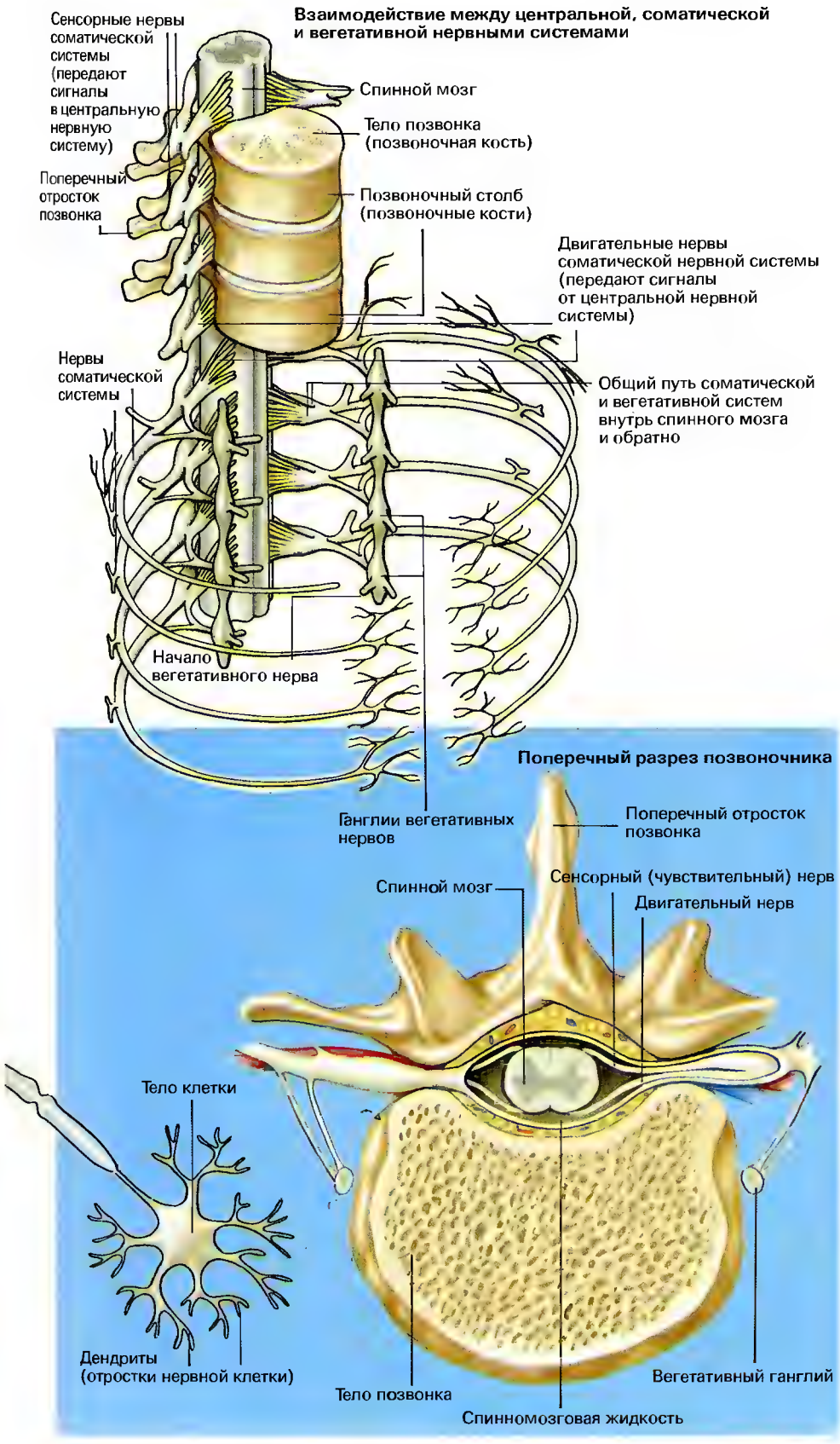
Расположение центральной и периферической нервной системы



Вид сзади на взаимосвязь головного мозга, спинного мозга и периферической нервной системы (справа вверху). Их взаимодействие чрезвычайно сложно (крайний правый рисунок вверху). нервы соматической системы связаны с вегетативными нервами через ганглии (узлы), и оба вида нервов имеют общие входы в спинной мозг и выходы из него. На срезе позвоночного столба (рисунок дальний справа) видно, как хорошо защищен спинной мозг. На рисунке справа показана нервная клетка с миелиновой оболочкой; перехваты Ранвье способствуют передаче электрических импульсов.

Анатомическое строение нейрона (нервной клетки)

Нервные клетки



Действующие элементы нервной системы — это миллионы взаимосвязанных между собой нервных клеток, называемых нейронами. Их функция очень схожа с функцией проводов в сложном электромеханизме: они принимают сигналы в одной части нервной системы и передают их в другую, где, в свою очередь, эти сигналы могут быть направлены дальше — к другим нейронам — или же вызвать какое-либо действие (например, сокращение мышечных волокон).

В соответствии со своими функциями нейроны делятся на три типа: чувствительные (сенсорные) нейроны, передающие информацию от органов чувств в центральную нервную систему; объединенные нейроны (интернейроны), обрабатывающие полученную информацию, и двигательные нейроны, возбуждающие произвольные и непроизвольные движения.

Строение нейрона

Нейроны могут отличаться друг от друга конфигурацией и размером, но все они имеют одинаковую основную структуру. Как и у всех клеток, в них есть центр, или ядро, которое находится в похожей на сферу части нейрона, называемой телом клетки. Из тела клетки выходит несколько тонких, похожих на корешки волокон. Они называются дендритами. Из клетки вытягивается также одно длинное волокно, называемое аксоном; это главное проводящее волокно в нерве. На дальнем конце аксон делится на несколько отростков, каждый из которых заканчивается несколькими крошечными выпуклостями.

Каждая выпуклость находится на очень близком расстоянии от дендрита другого нейрона, но не касается его. Это расстояние называется синапсом; через него сигналы передаются особыми химическими веществами, называемыми медиаторами.

Каждый нейрон окружен тонкой полупроницаемой оболочкой — нейронной мембраной, она важна для передачи сигналов. Сигналы всегда возникают в результате возбуждения одного или более дендритов и идут сначала в тело клетки. Оттуда они уходят по аксону. Для увеличения скорости передачи сигнала многие аксоны имеют специальную миелиновую оболочку. Когда сигнал достигает выпуклостей на конце аксона, он может при определенных условиях перескочить через синапс к дендриту соседнего нейрона и таким образом продолжить свое движение.

Нейроны — не единственный тип клеток нервной системы. Клетки, известные как нейроглия, или глия, в большом количестве присутствуют в центральной нервной системе, а шванновские клетки, или нейролеммоциты, встречаются в периферической нервной системе. Оба эти типа клеток связывают, защищают и питают нейроны, а также обеспечивают им поддержку.

Периферическая нервная система

Главными компонентами периферической нервной системы являются нервы, которые соединяют центральную нервную систему с другими частями тела, и ганглии — группы нервных клеток, расположенных в разных точках нервной системы.

Нерв — это пучок двигательных и чувствительных волокон вместе с соединительной тканью и кровеносными сосудами. Крупные нервы (их 43) идут фактически из центральной нервной системы: 12 пар выходят из нижней части головного мозга (черепно-мозговые нервы) и 31 пара — из спинного мозга (спинномозговые нервы).

Черепно-мозговые нервы обслуживают главным образом органы чувств и мышцы головы, хотя очень важный черепной нерв — блуждающий нерв — обслуживает органы пищеварения, сердце и воздушные проходы в легких. Некоторые черепно-мозговые нервы, такие, как зрительный нерв, идущий к глазу, содержат только чувствительные волокна.

Спинномозговые нервы отходят от спинного мозга через определенные промежутки и всегда содержат как двигательные, так и чувствительные волокна. Они обслуживают все части тела ниже шеи. Каждый спинномозговой нерв соединен со спинным мозгом двумя корешками, один из которых содержит двигательные волокна, а другой — чувствительные волокна. Сразу по выходе из спинного мозга чувствительные и двигательные волокна соединяются, образуя нерв, но каждая группа волокон действует независимо от другой, как два провода в электрическом проводе. (Хотя черепно-мозговые нервы также соединены с нижней частью головного мозга корешками, чувствительные и двигательные волокна образуют разные нервы.)

На небольшом расстоянии от спинного мозга каждый спинномозговой нерв разветвляется, и каждое ответвление делится, в свою очередь, на множество еще более мелких, образуя сеть, охватывающую весь организм.

И чувствительные, и двигательные волокна являются частью чувствительных и двигательных нейронов. Чувствительные и двигательные волокна периферической нервной системы — всего лишь самые длинные волокна соответствующих нейронов. Например, двигательное волокно из нейрона в спинном мозге может не прерываясь, тянуться до мышцы в стопе.

Соматическая и вегетативная системы

Периферическая нервная система имеет два главных подразделения: соматическую нервную систему, находящуюся под постоянным контролем человека, и вегетативную систему, находящуюся под его бессознательным контролем.

Соматическая система выполняет двойственную задачу. Во-первых, она собирает информацию об окружающем мире от органов чувств, таких, как глаза, в которых находятся специальные рецепторные клетки. Сигналы от этих рецепторов переносятся в центральную нервную систему по чувствительным волокнам. Во-вторых, соматическая система передает сигналы по двигательным волокнам от центральной нервной системы к скелетным мышцам, вызывая таким образом движение.

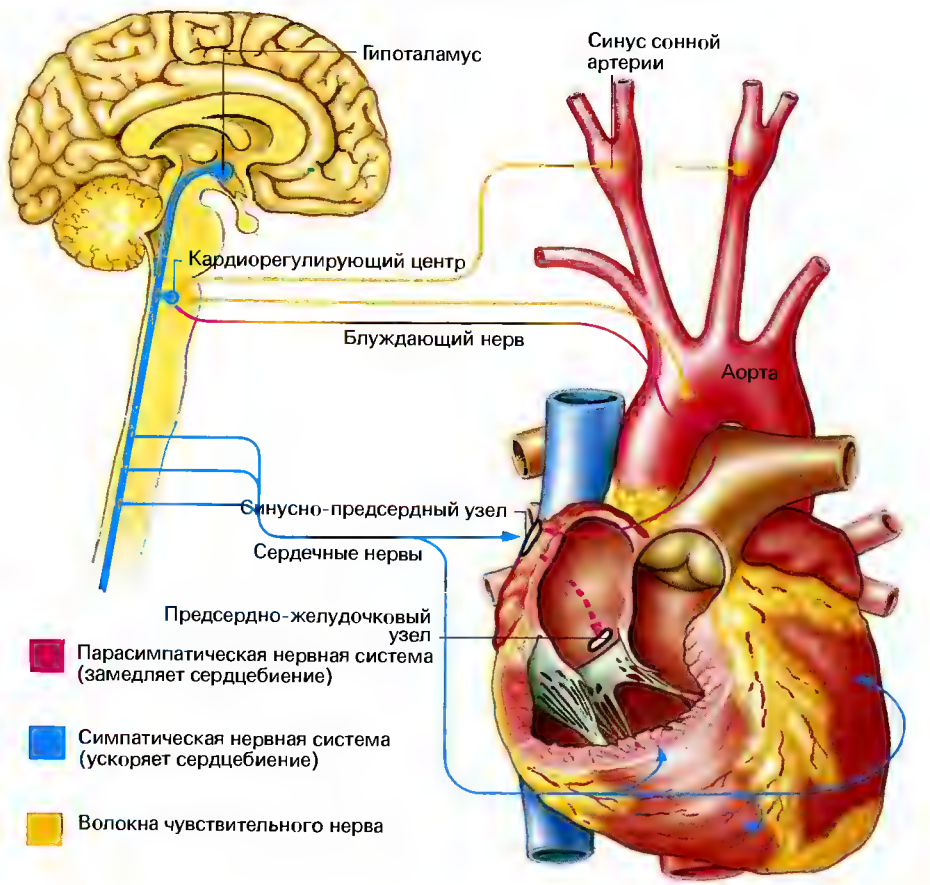
Вегетативная система ответственна, главным образом, за поддержание автоматических (происходящих без специальных умственных или других усилий со стороны человека) функций таких органов, как сердце, легкие, желудок, кишечник, мочевой пузырь, половые органы и кровеносные сосуды. Вегетативная система состоит исключительно из двигательных нервов, действующих как реле между спинным мозгом и различными мышцами.

Вегетативная нервная система делится на две части — симпатическую и парасимпатическую. Каждая из них использует свой медиатор, каждая устроена по-своему и каждая оказывает свое особое действие на орган, который обслуживает. Например, парасимпатические нервы, обслуживающие бронхиальные пути, идущие в легкие и обратно, заставляют их сжиматься (сужаться). Симпатические нервы, идущие в тот же участок тела, вызывают расширение бронхиальных проходов.

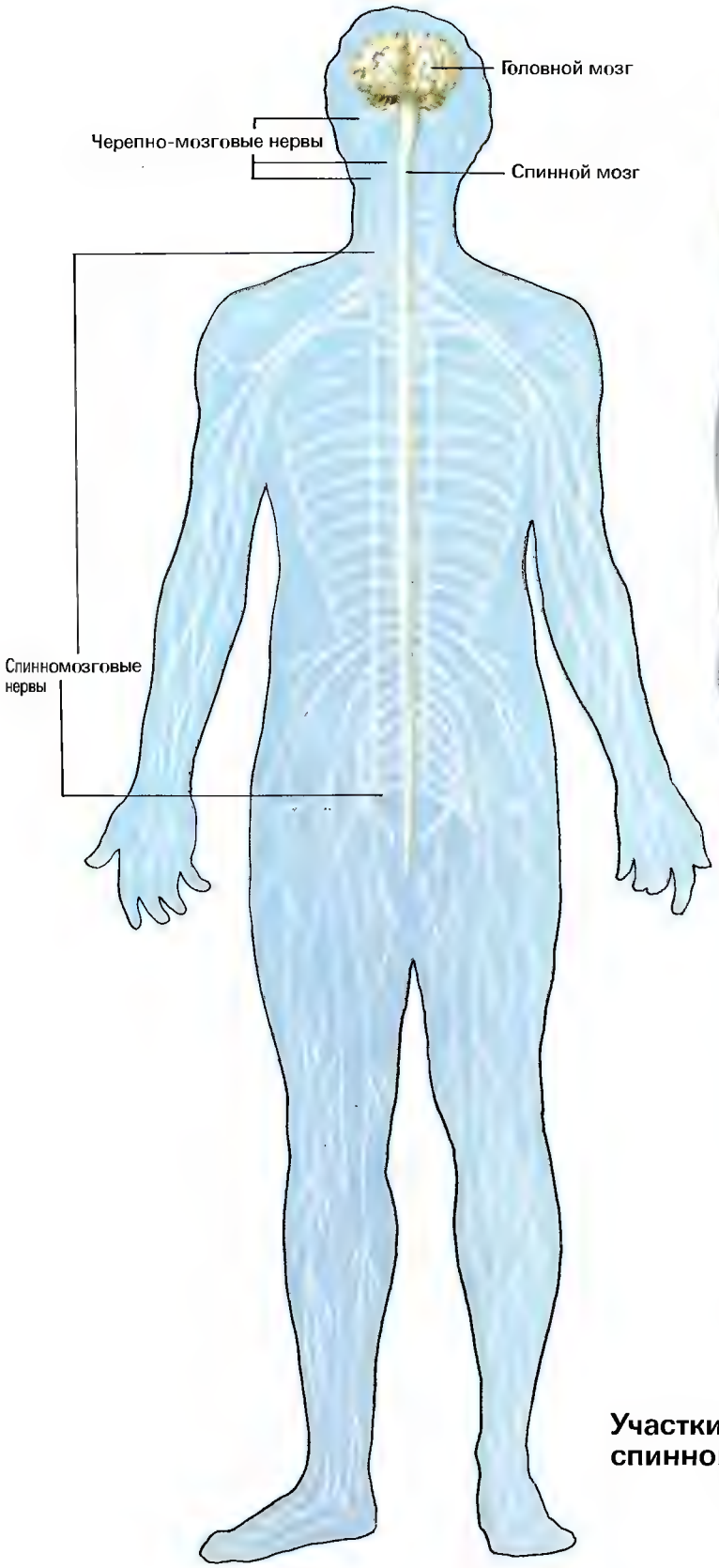
Вся вегетативная система контролируется участком головного мозга, называемым гипоталамус. Он получает информацию о любом изменении, к примеру, изменении в химическом балансе организма, и корректирует вегетативную систему с целью вернуть организм к правильному балансу. Если, например, уровень содержания кислорода падает из-за физической нагрузки, гипоталамус дает команду вегетативной нервной системе увеличить частоту сердечных сокращений для снабжения организма более богатой кислородом кровью.

Внизу: Диаграмма показывает, как периферическая нервная система контролирует сердечное сокращение. Чувствительные нервы посылают информацию в кардиорегулирующий центр в спинном мозге. Частота сердечных сокращений приводится в норму симпатической или парасимпатической системой. Крупный парасимпатический нерв, или блуждающий нерв, замедляет сердцебиение.

Контролирование сердцебиения



Периферическая нервная система



Участки тела, контролируемые

- спинномозговыми нервами шейного отдела
- спинномозговыми нервами грудного отдела
- спинномозговыми нервами поясничного отдела
- спинномозговыми нервами крестцового отдела

Участки тела, контролируемые спинномозговыми нервами

Центральная нервная система

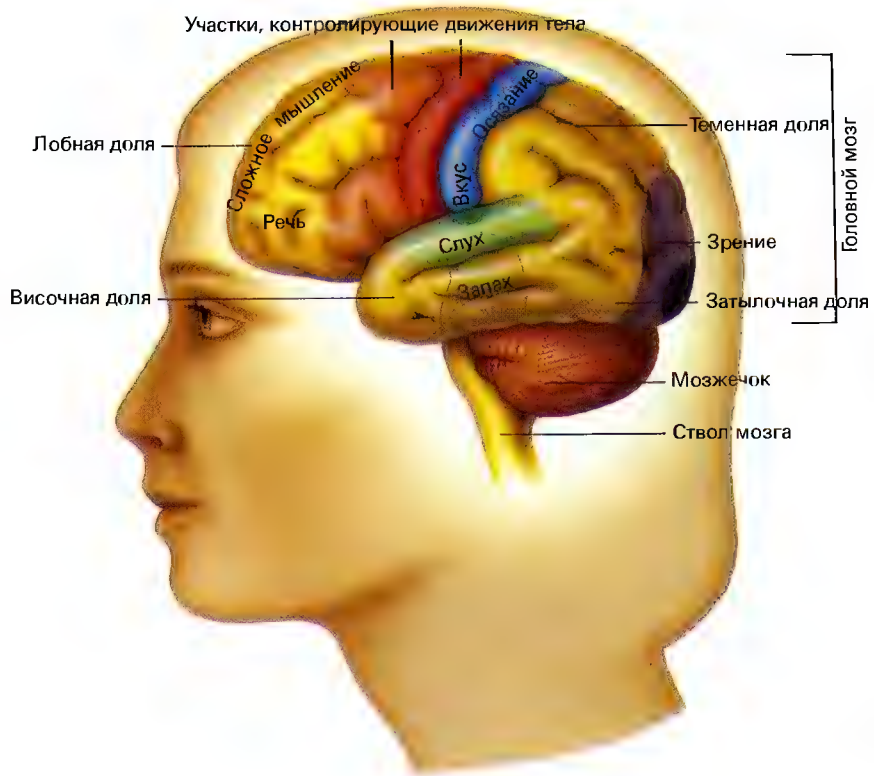
Периферическая нервная система служит только для передачи сенсорных и двигательных сигналов от центральной нервной системы к мышцам тела, железам и органам чувств. Она не играет фактически никакой роли ни в анализе чувствительных импульсов, ни в возбуждении двигательных сигналов. Оба эти процесса и еще огромное количество других процессов происходят в центральной нервной системе.

Головной мозг и спинной мозг образуют центральный процессор нервной системы. Они получают импульсы по чувствительным волокнам от органов чувств и рецепторов тела, отбирают и анализируют их, а затем по двигательным волокнам посылают команды, вызывающие соответствующую реакцию в мышцах и железах.

Аналитический, или обрабатывающий информацию, процесс может быть относительно простым для некоторых функций, выполняемых спинным мозгом, но анализ в головном мозге — это в высшей степени сложный процесс, требующий участия тысяч самых разнообразных нейронов. Хотя многие чувствительные нейроны заканчиваются, а многие двигательные нейроны возникают в головном мозге, все же большинство нейронов головного мозга являются объединенными; их задача — отбирать, анализировать и хранить информацию.

Вся центральная нервная система должна поддерживаться обильным кровоснабжением, так как с кровью поступают кислород и питательные вещества. Система защищена также двумя видами покрытия. Первое покрытие — костное: головной мозг находится в черепе, а спинной мозг — в позвоночнике. Второе покрытие представляет собой три мозговые оболочки из волокнистой ткани. Такими оболочками покрыты весь головной мозг и весь спинной мозг.

Главные участки головного мозга



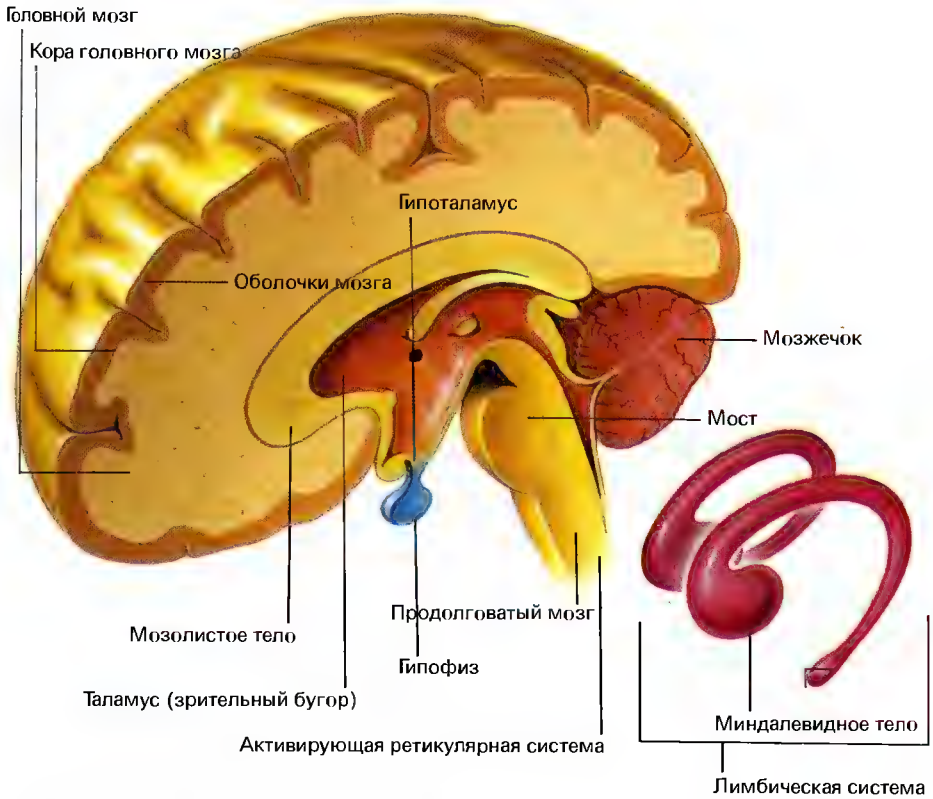
Спинномозговая жидкость — это прозрачная, неплотная жидкость, обтекающая оболочки мозга (головного и спинного) и проходящая через желудочки головного мозга. Эта жидкость может оказывать амортизирующее действие и помогает таким образом защищать от повреждений жизненно важные ткани мозга.

Жидкость беспрерывно образуется из крови специализированными клетками в сосудистой оболочке желудочков головного мозга. В противоположность сердечным желудочкам, имеющим собственные названия, желудочки головного мозга носят свои номера. Нумерация идет с верхней части вниз, а первый и второй желудочки (известные как боковые желудочки) — самые большие.

Спинномозговая жидкость течет из боковых желудочков через узкое отверстие в маленький третий желудочек и затем через еще более узкий канал, церебральный проток, в четвертый желудочек (чуть более широкий, чем третий желудочек). Отсюда через отверстия в верхней части желудочка жидкость проходит в особые накопительные полости (цистерны), которые окружают ствол головного мозга у основания мозга. Затем жидкость движется вверх через верхнюю часть головного мозга (по полушариям) и вновь абсорбирует-

На поперечном разрезе спинного мозга показаны проводящие пути чувствительных и двигательных нервов, по которым передаются импульсы в головной мозг и обратно. Рефлекторное действие возникает при пересечении импульсом соединительного нерва.

Внутреннее строение головного мозга



Слева: На этом поперечном срезе показаны главные части головного мозга. Лимбическая система, расположенная в области таламуса, имеет дело, главным образом, с памятью, обучением и эмоциями.

ся специальными наростами, называемыми арахноидальными грануляциями и находящимися на паутинной оболочке — одной из трех оболочек головного мозга.

Спинной мозг

Спинной мозг представляет собой столб нервной ткани, примерно цилиндрической формы, длиной около 40 см, который тянется внутри позвоночника от головного мозга до нижней части спины. Мозг состоит из скоплений нейронов и пучков нервных волокон. Серое вещество — так называются скопления нервных клеток — имеет в поперечном сечении форму буквы H, с задним и передним отростками в каждой половине. Передний отросток состоит из двигательных нейронов, задний — содержит ганглии соединительных и чувствительных нейронов.

Серое вещество окружено белым веществом. Это белое вещество разделено на три столба и содержит восходящие и нисходящие нервы, которые соединяют головной мозг и спинной мозг в обоих направлениях. Нисходящие нервы посылают двигательные импульсы из головного мозга в периферическую нервную систему, в то время как восходящие нервы проводят сенсорные импульсы от органов чувств в головной мозг.

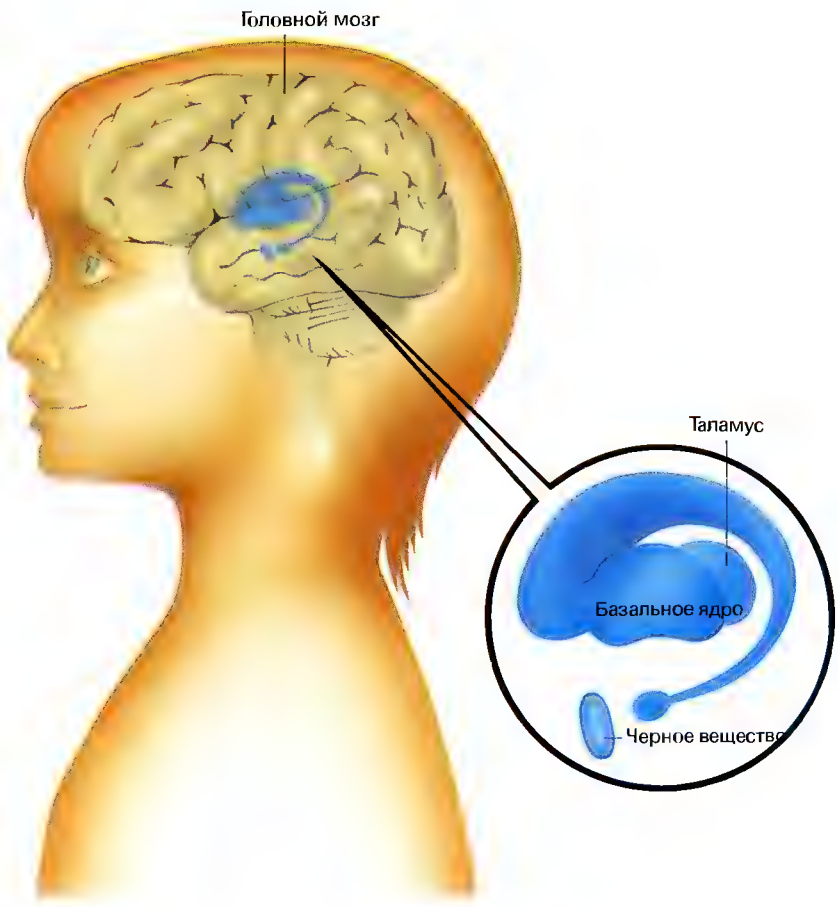
Функции спинного мозга

У спинного мозга есть две главные функции. Во-первых, он служит двусторонней проводящей системой между головным мозгом и периферической нервной системой. Это достигается с помощью чувствительных и двигательных нейронов, чьи волокна вытягиваются длинными пучками из частей головного мозга. Они тянутся на разные расстояния вдоль спинного мозга и на концах, наиболее удаленных от головного мозга, вступают в контакт с волокнами или узлами чувствительных и двигательных нейронов, принадлежащих к периферической нервной системе. Сигналы передаются через синапсы между периферическими нервными клетками и нейронами спинного мозга.

Вторая функция спинного мозга — контроль над простой рефлекторной деятельностью. Он осуществляется нейронами, чьи волокна тянутся на небольшое расстояние вверх и вниз по спинному мозгу, и интернейронами, которые транслируют импульсы непосредственно между чувствительными и двигательными нейронами.

Если, например, человек случайно положил руку на горячую плиту, болевые рецепторы в коже пошлют импульсы по чувствительным волокнам к спинному мозгу. Часть этих импульсов немедленно передается нервными клетками в двигательные нейроны, которые контролируют движения мышц рук и кистей, и человек

Расположение базального ядра головного мозга



быстро автоматически отдергивает руку. Другая часть импульсов движется вверх по спинному мозгу и передается интернейронами к двигательным нейронам, контролирующим движение шеи. Голова автоматически поворачивается к источнику боли. Еще одна группа импульсов доходит до головного мозга и вызывает осознанное чувство горячего и боли.

Головной мозг

В основном головной мозг можно разделить на три различных отдела: задний мозг, средний мозг и передний мозг. Каждый из этих отделов, в свою очередь, делится на участки, которые имеют вполне конкретные функции и в то же время связаны сложными отношениями с другими частями мозга.

Самая большая структура заднего мозга — мозжечок. Этот участок имеет отношение, главным образом, к двигательной активности человека. Мозжечок рассылает сигналы, которые вызывают бессознательные движения в мышцах, способствующие сохранению положения тела и равновесия; мозжечок действует согласованно с двигательными участками головного мозга для координации движений тела.

Ствол мозга, который соединяет головной мозг со спинным мозгом, включает в себя часть заднего мозга, весь средний мозг и часть переднего мозга. Именно здесь, в стволе мозга, все входящие и исходящие импульсы встречаются и перекрещиваются, ибо левой стороной тела управляет правая сторона головного мозга и наоборот.

Различные структуры в стволе мозга, включая и такие, как продолговатый мозг, а также мост заднего мозга и ретикулярная формация (иногда называемая активирующей ретикулярной системой) среднего мозга, отвечают за саму жизнь. Они контролируют частоту сердечных сокращений, кровяное давление, глотание, кашель, дыхание и бессознательное состояние.

Одна из самых важных функций головного мозга — контроль над уровнем сознания. Именно ретикулярная формация просеивает всю массу входящей информации и решает, что именно является достаточно важным для подключения головного мозга. Первные пути со всего тела имеют ответвления к ретикулярной формации и питают ее беспрерывным потоком электрических сигналов, которые возникают в нервных клетках. В свою очередь, под воздействием этих импульсов ретикулярная формация рассылает сигналы в разные точки по всему головному мозгу, в соответствующие центры, где сигналы собираются, сопоставляются и вызывают ответную реакцию.

Если скорость этого движущего процесса замедляется или что-то мешает его осуществлению, часть мозга, известная как кора головного мозга, утрачивает активность, и человек теряет сознание.

Головной мозг и гипоталамус

Самая большая часть всего головного мозга — собственно мозг, расположенный в переднем мозге. У человека он развит в большей степени, чем у любого животного, и играет главную роль в процессах мышления, памяти, сознания и высшей умственной деятельности. Именно сюда другие части мозга передают поступающие импульсы для их дифференциации.

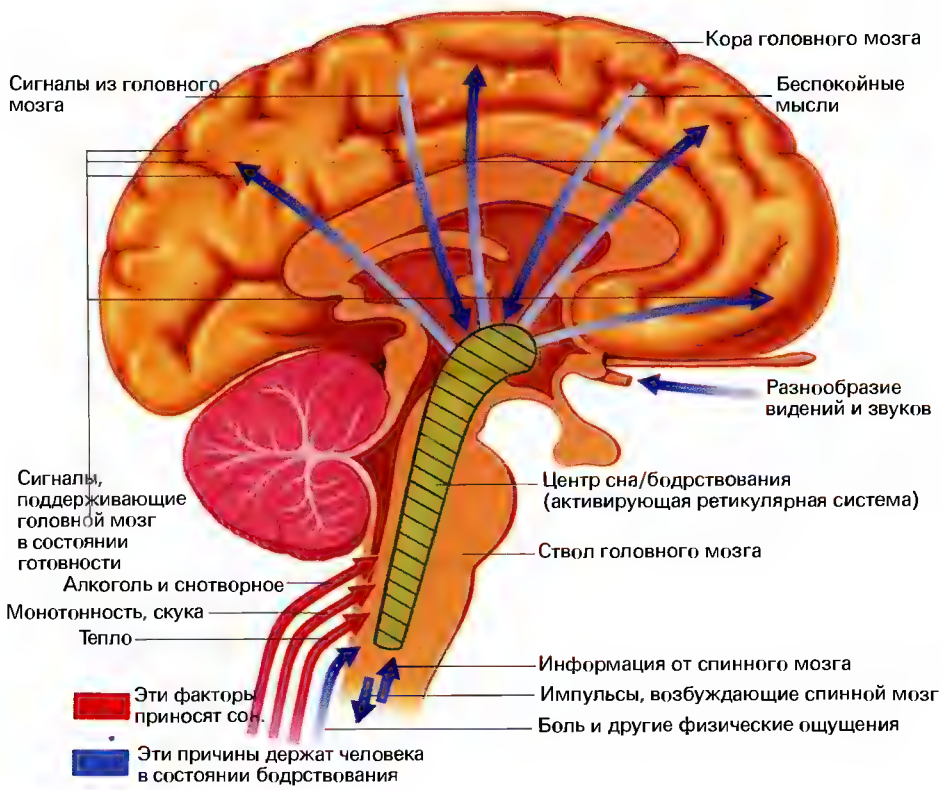
Мозг разделен как раз посередине на две половины, называемые полушариями головного мозга. Они соединяются у основания толстым пучком (тяжем) нервных волокон — мозолистым телом. Хотя оба полушария являются зеркальным отражением друг друга, они выполняют совершенно разные функции и работают друг с другом через мозолистое тело.

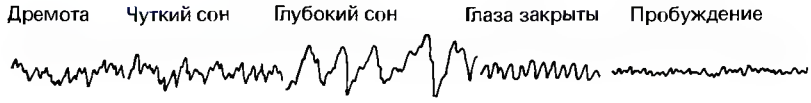
В центре мозговых полушарий находится скопление серого вещества (нервных клеток), называемое базальным ядром. Эти клетки образуют сложную контрольную систему, координирующую мышечную деятельность, которая позволяет телу совершать определенные типы движения свободно и бессознательно. Такого рода мышечная деятельность проявляется в размахивании руками во время ходьбы, в изменении выражения лица и в расположении конечностей перед вставанием и ходьбой.

Гипоталамус лежит в основании мозга, под двумя полушариями. Он находится непосредственно под другой важной структурой в переднем мозге — таламусом, который работает подобно телефонному коммутатору между спинным мозгом и полушариями головного мозга.

Гипоталамус представляет собой скопление специализированных нервных центров, соединенных с другими важными участками мозга, а также с гипофизом. Этот участок головного мозга отвечает за контроль над такими жизненно важными функциями организма, как еда, сон и регулирование температуры тела. Он

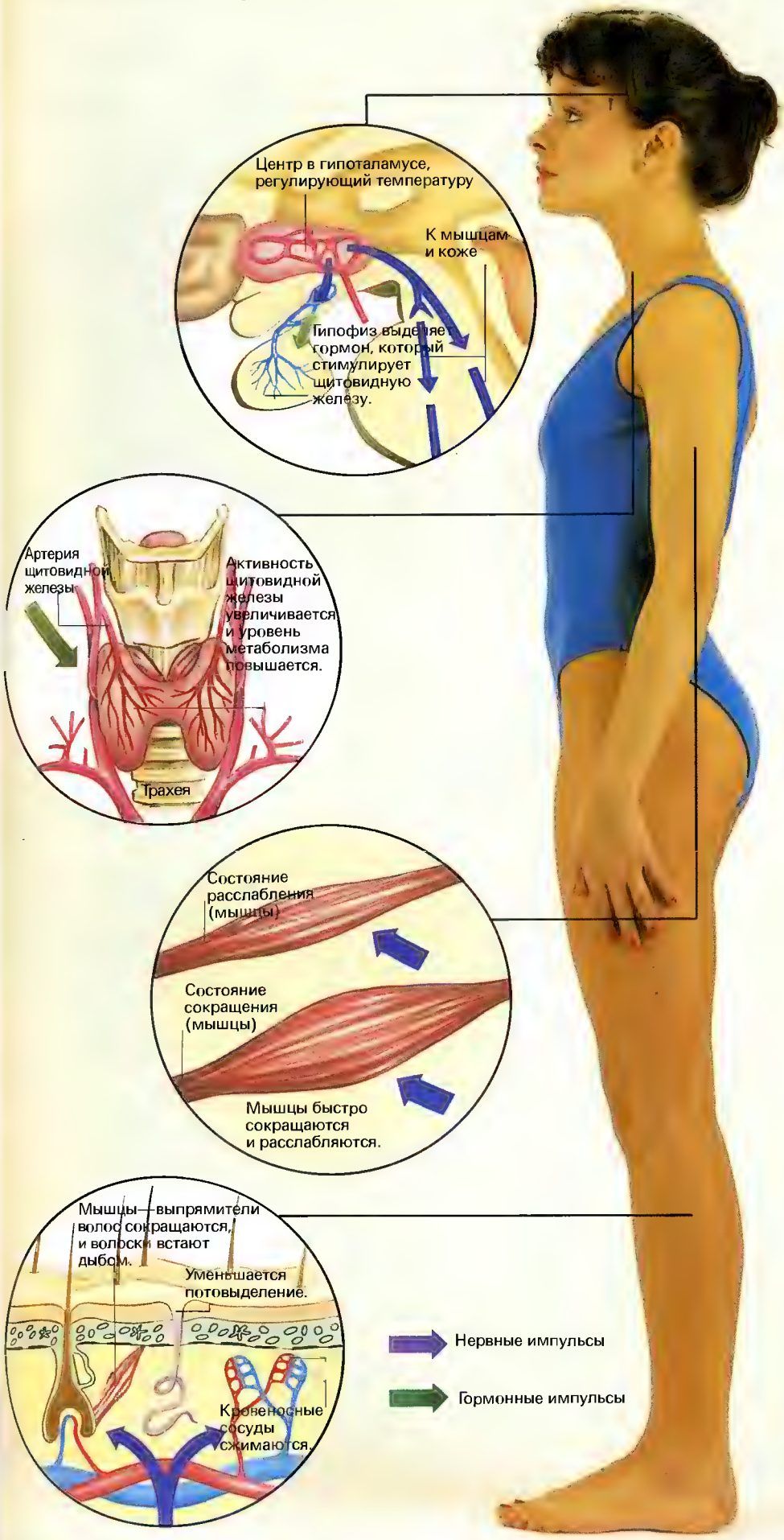
Как головной мозг контролирует сон





Центр сна/бодрствования расположен в стволе головного мозга Возбужденный информацией, которая может включать физические ощущения, центр передает импульсы в кору головного мозга, которая определяет, уснет ли человек или будет бодрствовать. Центр реагирует также на сигналы от коры головного мозга, поэтому беспокойная мысль может заставить человека ворочаться в постели. С другой стороны, спокойные мысли, тепло, определенные лекарства и даже скука способствуют засыпанию. Мозговые волны изменяются в зависимости от того, дремлет ли человек, спит и просыпается ли отдохнувшим.

Как возникает дрожь



также тесно связан с эндокринной (гормонной) системой (см. главу 5).

Гипоталамус соединен нервными проводящими путями с лимбической системой, которая тесно связана с центрами обоняния в головном мозге. Эта часть мозга имеет также связи с участками, управляющими другими органами чувств, поведением и организацией памяти.

Кора головного мозга

Кора головного мозга—это слой серого вещества, толщиной три миллиметра, весь в извилинах, лежащий поверх внешней стороны головного мозга. Эта часть головного мозга достигла такого высокого развития у человека, что ей приходится укладываться, все больше извиваясь, чтобы уместиться внутри черепа. Если распрямить этот слой, он займет площадь в 30 раз большую, чем занимает в свернутом виде.

Среди всех этих складок находятся определенные очень глубокие борозды, которые делят каждое полушарие коры на четыре участка, называемые долями. Каждая доля выполняет одну или несколько специфических функций. Височные доли связаны со слухом и обонянием, теменные доли—с осязанием и вкусом, затылочные доли—со зрением, а лобные доли—с движением, речью и сложным мышлением человека.

В пределах каждой из этих долей есть специальные сегменты, принимающие чувствительные импульсы из какого-либо одного участка тела. Например, осязание в теменной доле представлено крошечной зоной, принимающей только ощущения от колена, и большой зоной—для большого пальца кисти руки. Вот почему участки тела, подобные большому пальцу, гораздо чувствительнее, чем участки типа колена. Этот же принцип применяется в других чувствительных, а также и в двигательных частях тела.

Именно в коре головного мозга информация, полученная от пяти органов чувств—зрительная, слуховая, осязательная, вкусовая и обонятельная,—анализируется и обрабатывается с тем, чтобы другие части нервной системы могли при необходимости ее использовать. К тому же преддвигательные и двигательные участки коры взаимодействуют с другими участками центральной нервной системы и периферической нервной системы с целью обеспечить скоординированность движений, жизненно необходимую для всех видов сознательной деятельности человеческого тела.

Как возникает дрожь? В этом процессе участвуют четыре механизма. Гипоталамус, лежащий в основании мозга, улавливает понижение температуры и посылает сигналы щитовидной железе, требующие ускорения обмена веществ. Мышцы тела тем временем быстро поочередно сокращаются и расслабляются, вырабатывая тепло. Нервы посылают сигналы коже, и поры кожи сужаются, задерживая тепло внутри тела.

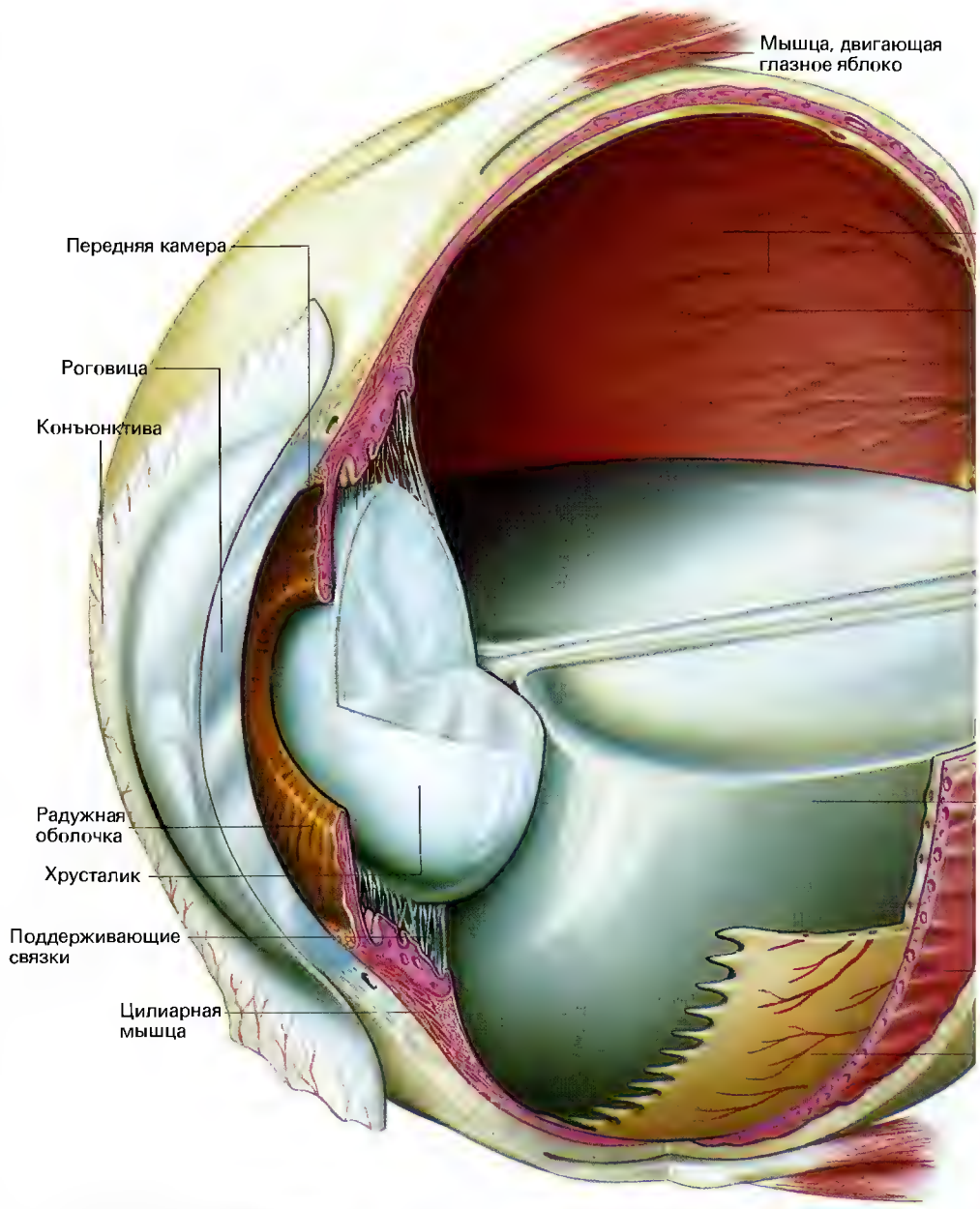
Глаза

Когда люди хотят объяснить, как они видят, глаз обычно сравнивают с прекрасно сконструированным фотоаппаратом, однако, чтобы полностью понять, как внешний мир отражается в крошечной камере глаза, нужно обратиться к первоосновам этого процесса.

Для понимания природы света лучше всего считать его передающей средой. Исходя из любого источника, свет отражается от предметов во всех направлениях, унося с собой возможность для предметов быть видимыми.

Другой важный фактор, касающийся характеристики света,— это способность обычно прямых лучей света преломляться при прохождении через определенную среду, например, через стеклянную линзу специальной формы в фотоаппарате или через линзу, состоящую из тканей, в человеческом глазе.

Более того, степень преломления можно регулировать с помощью формы линзы. Лучи света можно сконцентрировать, чтобы получить крошечные, но точные изображения крупных предметов.



Роговица

Когда луч света падает на глаз, вначале он встречает это круглое прозрачное окно, называемое роговицей; роговица— первая из двух линз глаза. Это сильная линза с неподвижным фокусом. Оптическая сила роговицы составляет до двух третей общей оптической силы глаза. При этом роговица имеет толщину всего полмиллиметра в центре и один миллиметр в том месте, где она соединяется с белком глаза, называемым склерой.

Роговица состоит из пяти слоев. Снаружи находится слой, толщиной в пять клеток, называемый эпителием, он соответствует коже тела. Под ним находится эластичный, похожий на волокно слой, известный как слой Боумана. Затем идет основной слой (строма), состоящий из коллагена. Это самая плотная часть роговицы. Строма помогает уберечь роговицу от инфекции за счет содержащихся в ней различных антиинфекционных антигенов: считается, что строма контролирует возможные воспаления в роговице.

За слоем стромы находится другой слой, толщиной в одну клетку, называемый эндотелием. Этот тонкий слой обеспечивает прозрачность роговицы и поддерживает баланс водного обмена между глазом и роговицей. Однажды сформировавшись, клетки этого слоя не могут обновляться, и поэтому травма или заболевание эндотелия могут вызвать постоянное нарушение зрения. Последний слой, который называется мембраной Десцемета, является эластичным.

Слезная пленка покрывает эпителий. Без слез роговица не имела бы защиты против бактериальных микроорганизмов, загрязнения и пыли. Слезная пленка создает также оптический слой— без слез эпителий потерял бы свою прозрачность и помутнел.

Пройдя сквозь роговицу, луч света попадает в первую из двух камер внутри глаза— переднюю камеру. Она наполнена водянистой— внутриглазной— жидкостью, которая постоянно обменивается.

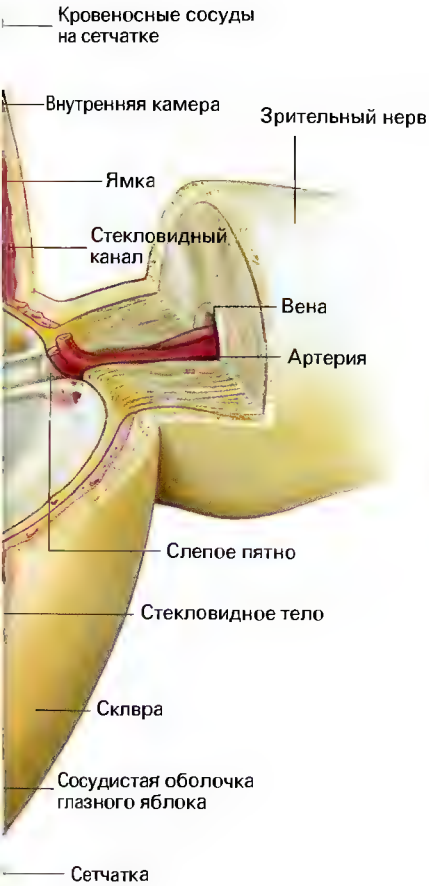
Сосудистая оболочка глазного яблока

Сосудистая оболочка глазного яблока— это участок, который состоит из трех четко различимых структур, расположенных в центре глазного яблока: собственно сосудистая оболочка глаза, ресничное (цилиарное) тело и радужная оболочка глаза. Эти структуры вместе иногда называют увеальным трактом.

Собственно сосудистая оболочка представляет собой тонкий покров из мембран между внешней защитной склерой и сетчаткой. Эта мембрана богата кровеносными сосудами, которые питают сетчатку и создают сложную решетчатую структуру во всем глазе. В такой решетке есть опорная ткань, содержащая разное количество пигмента, что не позволяет свету метаться по задней стенке глаза, создавая спутанные образы.

Ресничное тело состоит из заостренных участков увеального тракта в самой передней части глаза. Его роль— изменять форму хрусталика движением цилиарной мышцы, позволяя человеку сфокусировать взгляд на ближайших объектах, а также вырабатывать внутриглазную жидкость, которая циркулирует в камере

Строение глаза



Справа: Поперечный разрез глаза, в котором склера «закатана назад»; видны кровеносные сосуды сосудистой оболочки.

между хрусталиком и внутренней поверхностью роговицы.

К ресничному телу подходит третья специализированная зона — радужная оболочка, образующая заднюю часть в передней камере. Это та часть глаза, пигмент которой дает глазу его цвет. Она действует как диафрагмальное отверстие в фотоаппарате; ее мышечные волокна расширяют или сужают зрачок, контролируя интенсивность света, попадающего на сетчатку.

Если в зрачок попадает сильный свет, зрачок уменьшается без осознанного усилия человека. При сумеречном свете зрачок увеличивается. Возбуждение, страх и использование некоторых лекарств также заставляют зрачок глаза расширяться или сужаться.

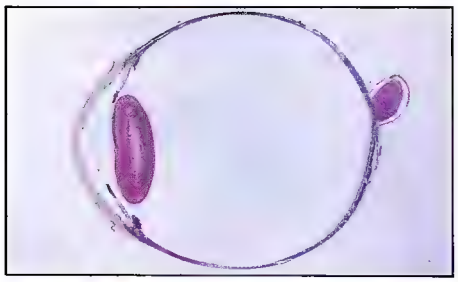
Сразу позади радужки находится мягкий, эластичный, прозрачный хрусталик. Он сравнительно невелик, так как большую часть работы за него делает роговица.

Стекловидное тело и сетчатка

Позади хрусталика находится главная — внутренняя — камера глаза. Она наполнена веществом, которое называется стекловидным телом, имеющим желеподобную структуру; это вещество делает глаз твердым и эластичным. Через центр камеры проходит стекловидный канал — остатки канала, несшего артерию в период внутриутробного развития.

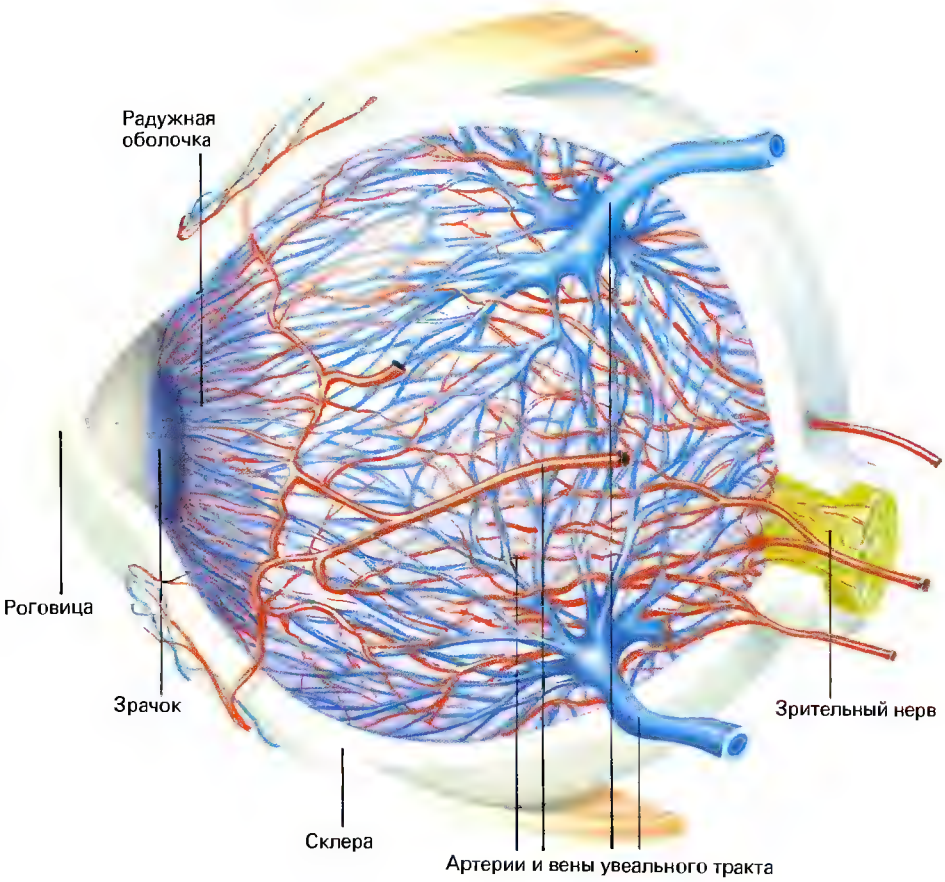
Изогнутая внутренняя часть глазного яблока выстлана по всей внутренней камере светочувствительным слоем, который называется сетчаткой. Она состоит из двух различных типов светочувствительных клеток, называемых по их форме палочками и колбочками.

Палочки чувствительны к малоинтенсивному свету и не различают цвета, что делают за них колбочки. Колбочки также отвечают за прозрачность; их особенно много в задней части глаза, на участке, известном как ямка, или пятно. Тут же хрусталик фокусирует самый четкий образ, и именно там человек видит лучше всего.

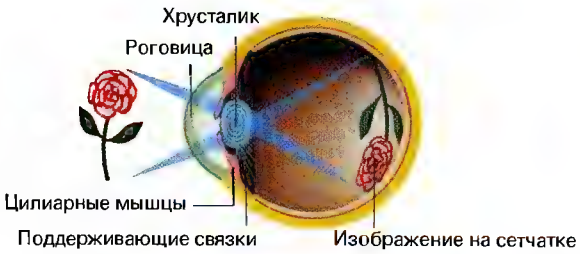


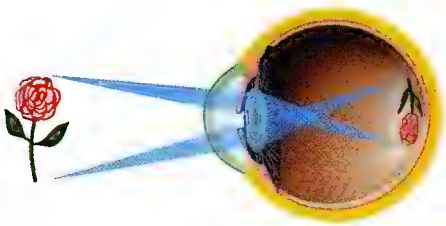
Вверху: Вертикальный разрез человеческого глаза; виден зрительный нерв.
Ниже: Увеличение «слепого пятна»; часть сетчатки закрыта зрительным нервом.

Увеальное кровоснабжение



Фокусирование





Вверху: Лучи света от расположенного близко предмета расходятся в разные стороны, и поверхность хрусталика изгибается сильнее (см. верхний рисунок), чтобы сфокусировать лучи. От удаленного предмета световые лучи идут почти параллельно, и хрусталик (см. нижний рисунок) фокусирует их с меньшим напряжением.

Окружающая ямку, или пятно, сетчатка дает четкие образы, но ближе к ее краям появляется периферическое зрение, когда человек видит «наполовину».

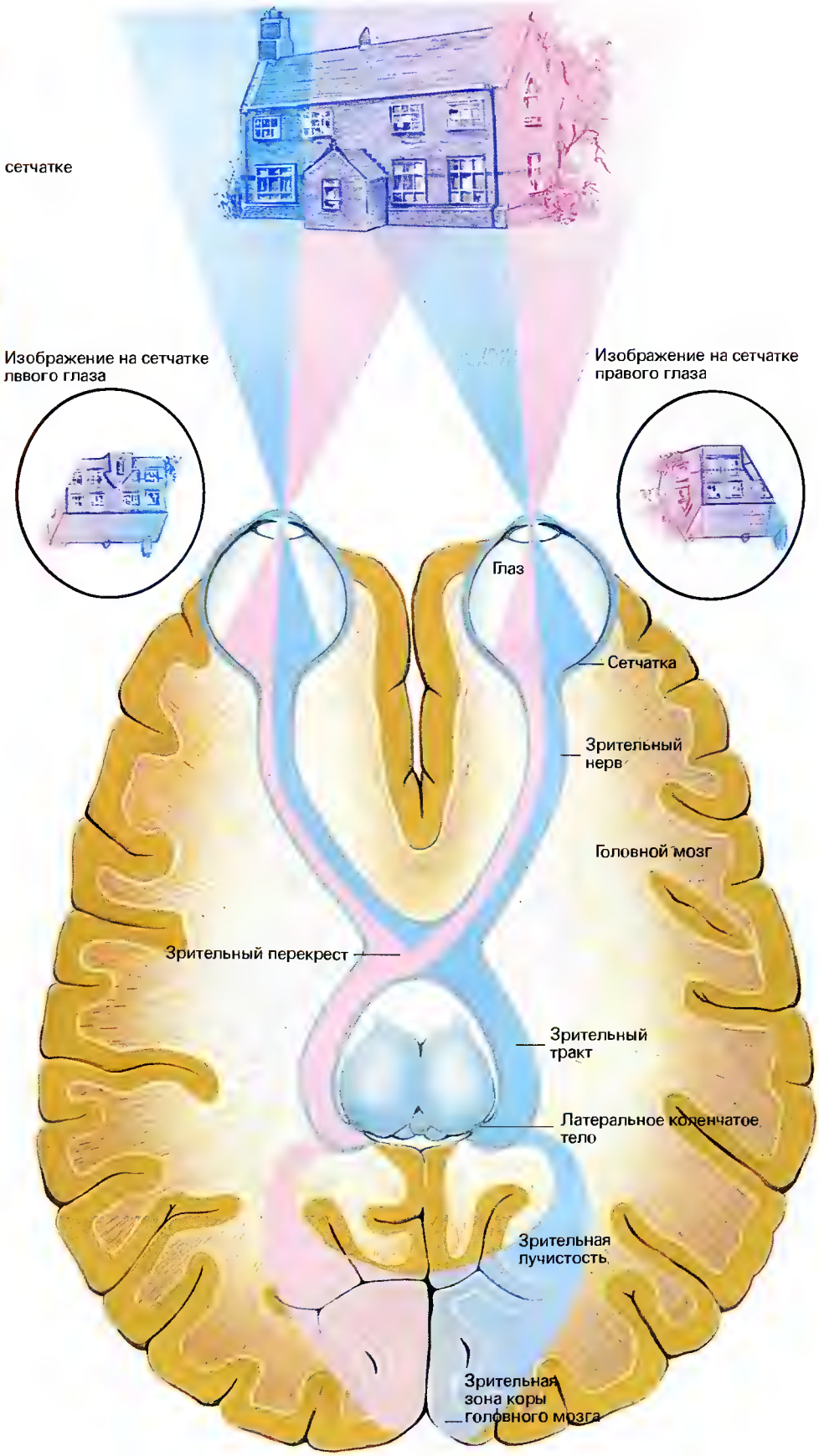
Вместе центральное зрение и периферическое зрение создают целостную картину окружающего мира.

Зрительный нерв

Каждая светочувствительная клетка в сетчатке соединена нервом с головным мозгом, где вся информация об образах, цвете и форме собирается и обрабатывается. Все эти нервные волокна собираются вместе в задней части глаза и образуют один главный «кабель», известный как зрительный нерв. Он выходит из глазного яблока через костный туннель в черепе и вновь возникает чуть ниже головного мозга в области гипофиза, чтобы присоединиться ко второму зрительному нерву.

Справа: Правый и левый глаза имеют слегка отличающиеся друг от друга поля зрения. Каждое поле зрения разделено на правую и левую стороны. Когда лучи света достигают сетчаток, они меняются местами и поворачиваются. Эти лучи путешествуют по зрительным нервам к зрительному перекрестку, где происходит перекрещивание. Вся информация с левой стороны каждого глаза идет по зрительному нерву через латеральное коленчатое тело и область зрительной лучистости к правой зрительной зоне коры головного мозга и наоборот. Потом изображения совмещаются и интерпретируются головным мозгом.

Механизм видения



Как двигается глазное яблоко

Справа: Глазным яблоком управляют шесть основных мышц. Мышца (a) вращает его в направлении от носа; мышца (b) — в направлении к носу; мышца (c) поднимает глазное яблоко вверх, (d) — опускает вниз, мышца (e) вращает его вниз и в сторону, а (f) — вверх и в сторону.

Нервы с обеих сторон затем пересекаются, так что часть информации от левого глаза поступает в правую половину мозга и наоборот. Нервы височной стороны каждой сетчатки не пересекаются и остаются на той же половине головного мозга, тогда как волокна из той части глаза, которая выполняет основную работу зрения, идут в разные стороны мозга.

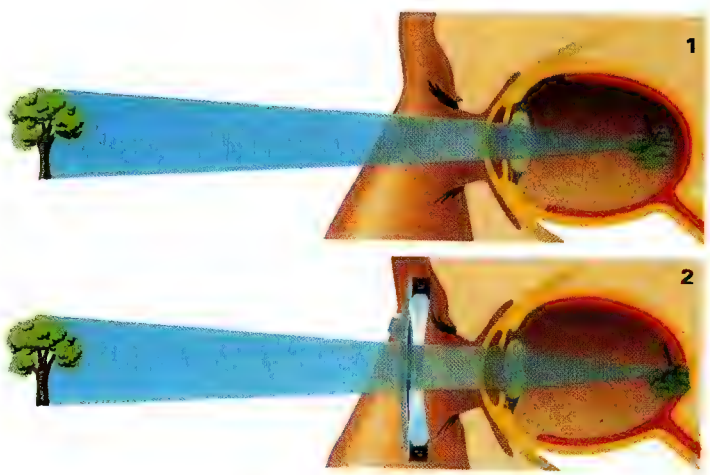
Зрительный нерв — не что иное, как пучок нервных волокон, несущих мельчайшие электрические импульсы по крошечным кабелям, каждый из которых изолирован от соседнего слоем миелина. В центре главного кабеля находится крупная артерия, идущая по всей его длине. Ее называют центральной ретинальной артерией. Эта артерия возникает в задней части глаза, и ее капилляры покрывают всю поверхность сетчатки. Существует соответствующая вена, которая идет в обратном направлении по зрительному нерву рядом с центральной ретинальной артерией и уносит кровь с сетчатки.

Нервы, идущие от сетчатки,— чувствительные нервы; в отличие от двигательных нервов, которые имеют только одно соединение на своем пути к головному мозгу, зрительные нервы соединяются несколько раз. Первая встреча происходит как раз позади той точки, где сенсорная информация от разных глаз меняется местами. Эта точка называется зрительным перекрестом, она находится близко к гипофизу. Непосредственно за этим перекрестком находится первый узел связи, он называется латеральным коленчатым телом. Здесь информация из левого глаза и правого глаза меняется местами еще раз. Функция этого соединения связана с рефлексами зрачков.

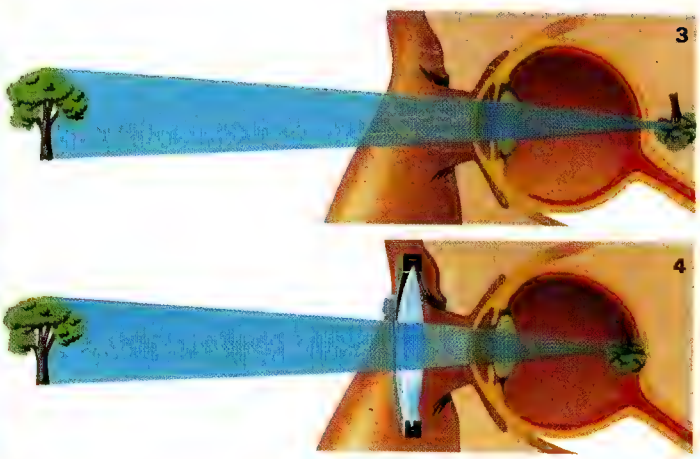
Из латерального коленчатого тела нервы веером расходятся на обе стороны вокруг височной части головного мозга, образуя зрительную лучистость. Затем они слегка поворачиваются и собираются вместе, чтобы пройти через главный «коммутатор» — внутреннюю капсулу, где концентрируется вся двигательная и сенсорная информация, снабжающая тело. Отсюда нервы проходят в заднюю часть головного мозга к зрительной зоне коры головного мозга.

Внизу: Самая распространенная причина близорукости (1) — глазное яблоко, которое слишком «длинно», поэтому лучи света образуют изображение перед сетчаткой. Близорукость корректируется (2) вогнутыми линзами. При дальнозоркости (3) глазное яблоко слишком «коротко», так что изображение не может получиться внутри глаза. Выпуклые линзы (4) фокусируют изображение на сетчатке. (Головной мозг все расставляет по своим местам.)

Близорукость



Дальнозоркость



Уши

Ухо не только обеспечивает нам чувство слуха, но и чувство равновесия. Ухо — сложный орган; оно делится на три части: наружное ухо, которое улавливает звук как радар; среднее ухо, в котором комплект косточек, похожий на механизм, усиливает полученный звук; и внутреннее ухо, которое превращает звуковые колебания в электрические импульсы и определяет, в каком положении находится голова.

Импульсы передаются в головной мозг парой нервов, которые находятся рядом друг с другом: вестибулярный нерв для равновесия и улитковый нерв для звука. Наружное и среднее ухо отвечают главным образом за слух; структуры внутреннего уха, которые интерпретируют положение головы и звуки, являются разными структурами, хотя и находятся в одном органе.

Слух

То, что человек слышит — это звуковые волны, возникающие при колебании молекул воздуха. Длина и сила этих волн определяет громкость звука; громкость измеряется децибелами (dB). Число колебаний, или циклов, в секунду составляет частоту: чем больше колебаний, тем выше звук. Частота звука выражается числом циклов в секунду, или в герцах (Hz).

У молодых людей амплитуда слышимой частоты от 20 до 20 000 Hz в секунду, хотя ухо наиболее чувствительно к звукам в средней частоте от 500 до 4000 Hz. С возрастом или в случае длительного пребывания в шумной обстановке слух человека становится менее чувствительным к высоким частотам. Для измерения степени потери слуха нормальные уровни слуха определяются международным стандартом. Уровень слуха человека — это разница в децибелах между самым слабым чистым звуком, услышанным человеком, и стандартной нотой, воспроизведенной специальной машиной — аудиометром.

Ухо действует как приемник (наружное ухо), усилитель (среднее ухо) и передатчик (внутреннее ухо).

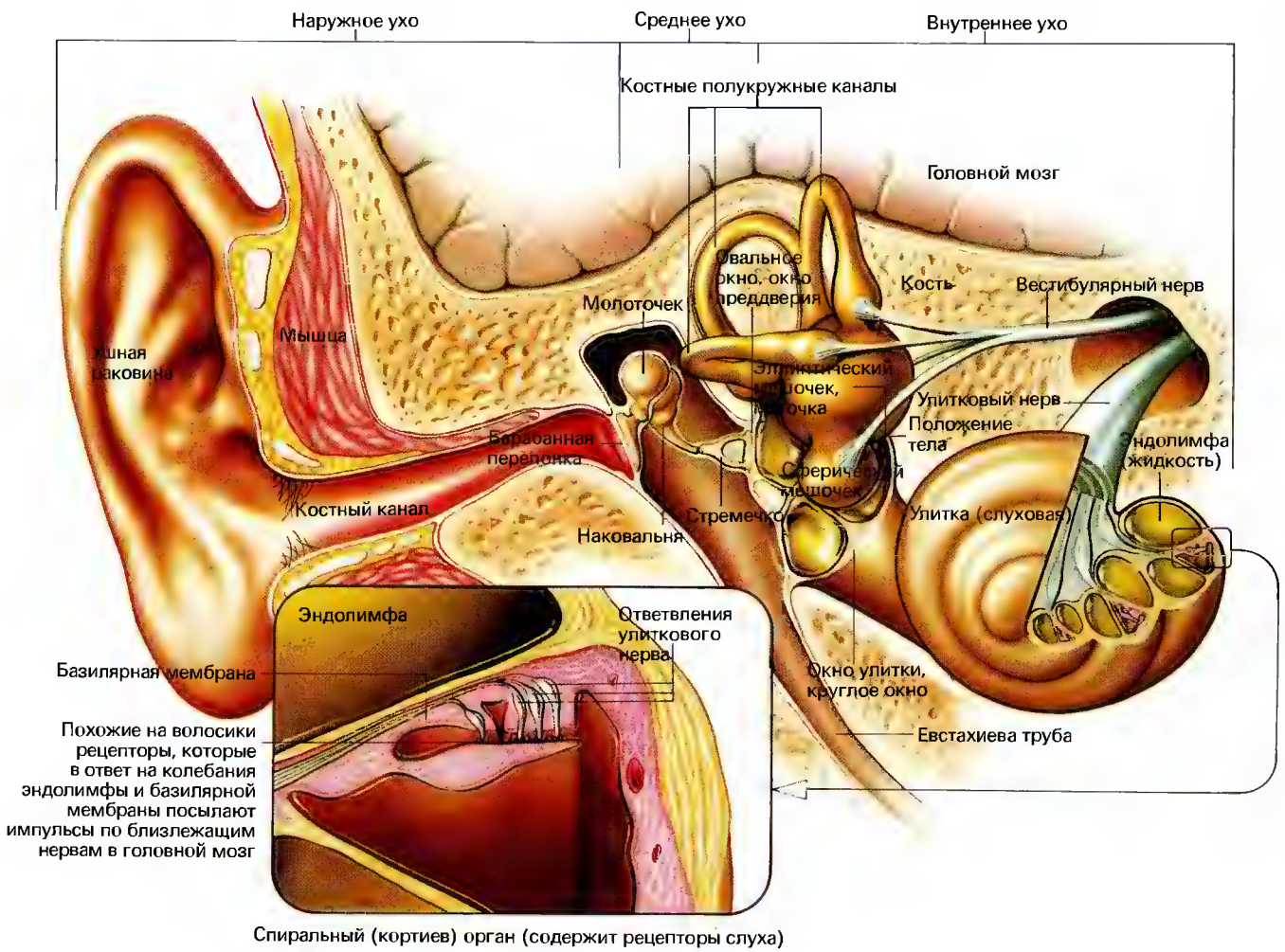
Приемник представляет собой «мясистую» часть уха, называемую ушной раковиной (наружное ухо). В центре раковины есть костный канал, ведущий к барабанной перепонке. Стенки канала выделяют воскообразное вещество, предохраняющее кожу от высыхания и шелушения.

Усилитель представляет собой систему, состоящую из трех косточек, называемых слуховыми. Первая из них — молоточек, прикрепленная к барабанной перепонке; вторая — стремечко, действительно похожая на стремя косточка, прикрепленная к внутреннему уху; и наковальня — маленькая косточка, соединяющая две первых. Это передающее устройство усиливает движение барабанной перепонки в 20 раз.

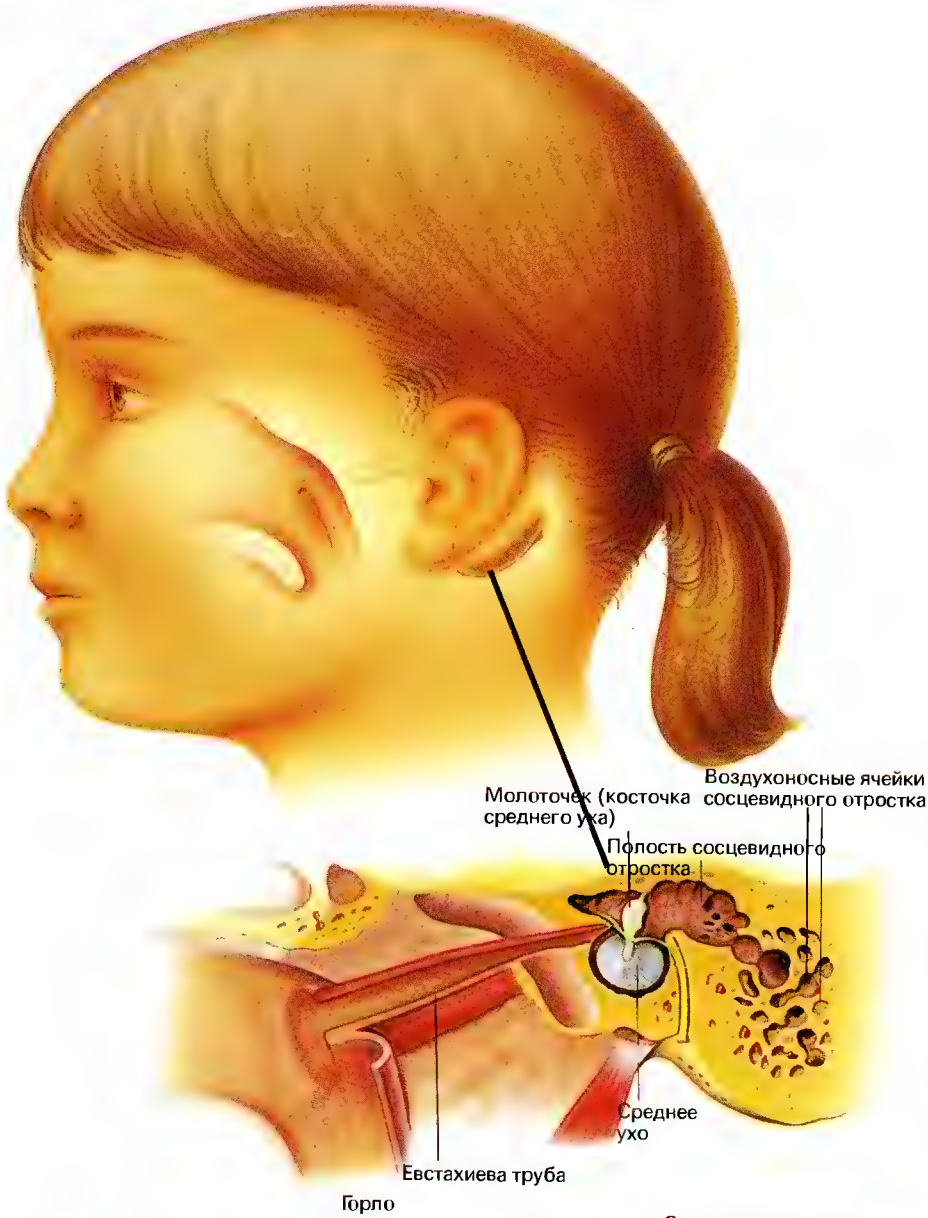
Из среднего уха узенькая трубочка — евстахиева труба — выходит к миндали-

Наружное ухо воспринимает звуковые колебания, среднее ухо усиливает их, а внутреннее ухо передает импульсы в мозг.

Строение уха



Расположение и строение сосцевидных отростков



Слева: Сосцевидные отростки выступы за ушами. Они соединяются со средним ухом, и считается, что они помогают сохранению равновесия головы на шее.

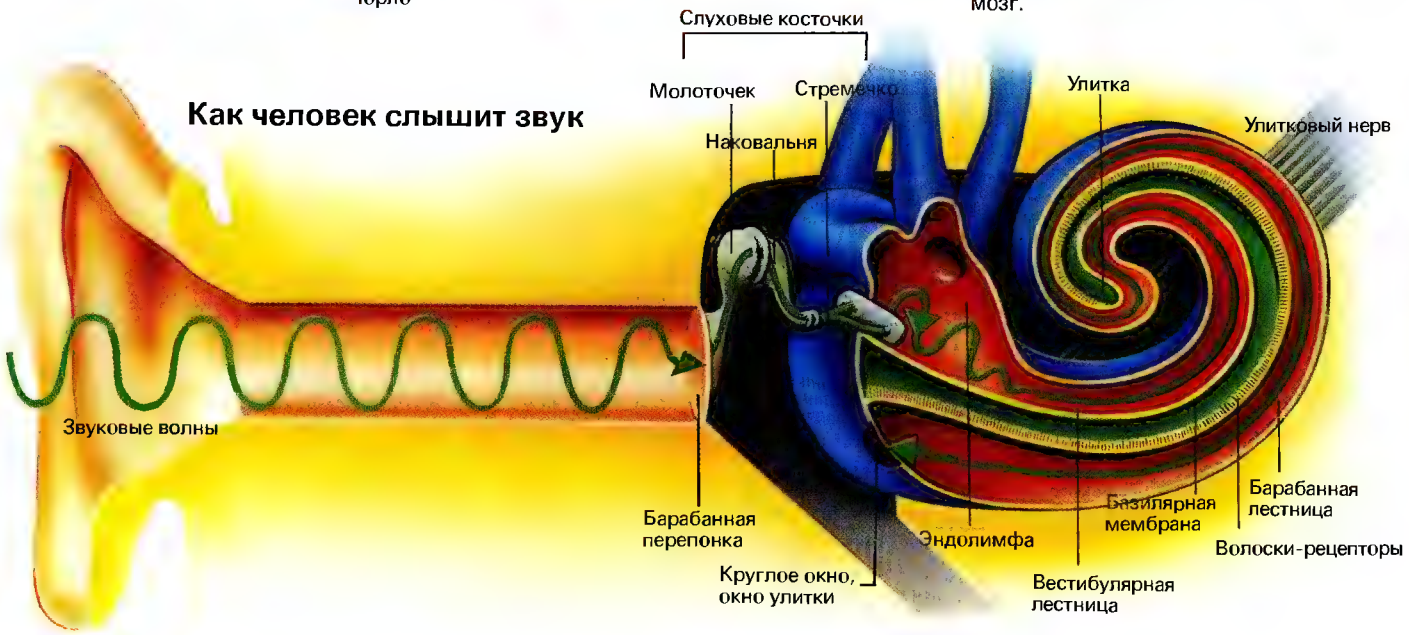
нам, что помогает уравновесить давление воздуха с обеих сторон барабанной перепонки. Щелканье в ушах, когда человек быстро опускается в лифте, вызвано мелкими движениями барабанной перепонки из-за изменений давления воздуха в среднем ухе.

Передающая часть уха очень сложна. Механизмы слуха и равновесия образуют общую камеру, наполненную жидкостью, называемой эндолимфой, волны давления передаются через эту жидкость из среднего уха к стремечку.

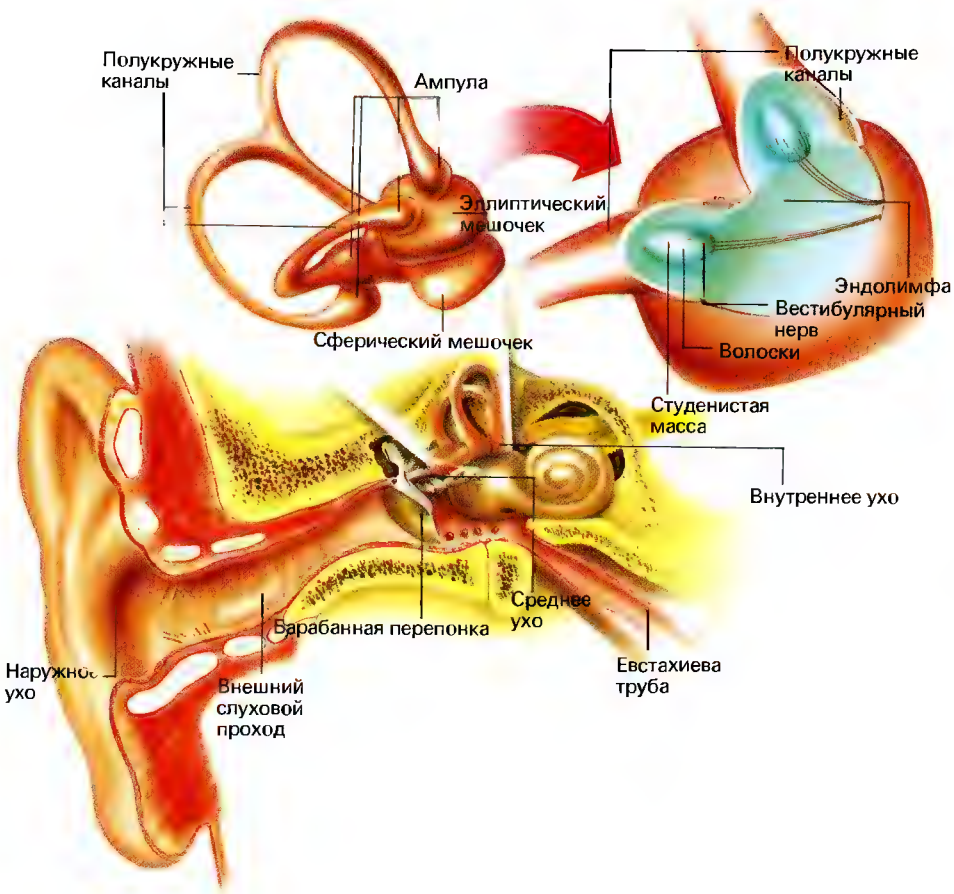
Механизм слуха расположен в одном конце этой камеры и имеет форму завитка, похожего на раковину улитки. Он и называется улиткой; по всей его длине идет тонкая базилярная мембрана, от которой отходят тысячи нервных волокон к улитковому нерву. Изменения в высоте или громкости звуков улавливаются крошечными волосками на базилярной мембране, как волны от изменения давления, которые передает вверх и вниз по всей

Входя в наружный слуховой проход, звук вызывает колебание барабанной перепонки. Колебания проходят через слуховые косточки, которые усиливают звуковые волны и передают колебания к овальному окну — мембране, находящейся у входа в улитку. Синхронные пульсирующие движения овального окна стабилизируют давление внутри среднего уха. Жидкость (эндолимфа), которая наполняет улитку, передает волны по вестибулярной и барабанной лестницам, заставляя разделяющую их базилярную мембрану колебаться. Эта мембрана содержит похожие на волоски рецепторные клетки (кортиевы органы); они посылают нервные импульсы по улитковому нерву в головной мозг.

Как человек слышит звук



Как тело сохраняет равновесие



Когда тело двигается, эндолимфа в полукружных каналах заставляет волоски в студенистой массе сгибаться. Волоски связаны с вестибулярным нервом, который призывает головной мозг восстановить равновесие.

длине улитки эндолимфа. Улитковый (кохлеарный) нерв соединяется со специализированным участком мозга, называемым слуховым центром.

Способ превращения волн в электрические импульсы и их интерпретирование в головном мозге еще не до конца изучены. Современная наука считает, что клетки улитки измеряют волны давления в эндолимфе и превращают их в электрические импульсы. Не ясно также, как ухо различает громкость и высоту звуков.

Равновесие

В качестве органа равновесия ухо несет ответственность за постоянное регулирование положения и движений головы. И если точное положение головы отрегулировано правильно, тело приспосабливается к нему, сохраняя равновесие.

Тонкие и высокочувствительные органы равновесия расположены в самой глубине уха, в той части, которая называется внутренним ухом и хорошо защищена костями черепа. Здесь находится лабиринт трубочек, заполненных жидкостью до разной высоты и под разными углами. Из всех этих трубочек те, что прямо участвуют в контроле за равновесием, называются эллиптическим мешочком (маточкой), сферическим мешочком и костными полукружевными каналами.

Эллиптический мешочек и сферический мешочек заняты в процессе определения положения головы. Каждая из двух этих полостей содержит мягкую прокладку из клеток, покрытую желеобразным веществом с вкрапленными в него гранулами мела.

Когда тело находится в вертикальном положении, сила тяжести заставляет эти гранулы нажимать на чувствительные волоски в желе. Волоски посылают в головной мозг сигналы, которые говорят «вертикально».

Когда голова наклоняется вперед, назад и вбок, гранулы мела толкают волоски, сгибая их по-другому. Это инициирует новые импульсы в головной мозг, который в случае необходимости может выслать команды мышцам для приведения в соответствие положения тела.

Эллиптический мешочек бывает задействован также, когда тело начинает двигаться вперед или назад. Если, например, ребенок бросается бежать, гранулы мела отклоняются назад на волоски, как если бы ребенок падал назад. Как только головной мозг получает эту информацию, он посылает сигналы мышцам, которые заставляют тело наклоняться вперед, восстанавливая равновесие. Все эти реакции происходят в другом направлении, если ребенок, сидя на стуле, отклоняется назад.

Начало движения и его окончание

Как раз над эллиптическим мешочком в ухе находятся три наполненных жидкостью полукружных канала. У основания каждого канала имеется овальная масса студенистого вещества. В этой массе заключены окончания чувствительных волосков, которые сгибаются от движения жидкости в каналах при движении головы.

Полукружные каналы подхватывают информацию о том, когда голова начинает и заканчивает движение, что особенно важно в момент быстрых, сложных движений.

Когда голова начинает двигаться в каком-либо направлении, жидкость в каналах, сохраняя по инерции состояние покоя, колеблет чувствительные волоски. Волоски посылают импульс в мозг, который может отреагировать действием. Но когда голова перестает двигаться, особенно когда она перестает вращаться туда-сюда, жидкость по инерции продолжает двигаться внутри полукружных каналов в течение минуты и более, вызывая у человека чувство головокружения.

Контролирующий центр

Часть головного мозга, наиболее ответственная за направление движения мышц для поддержания равновесия тела, называется мозжечком. Глаза тоже играют значительную роль в сохранении равновесия, так как они поставляют важную информацию о положении тела в отношении окружающего мира. Глаза имеют также важную связь с полукружными каналами. Когда человек начинает двигаться, например, влево, движение жидкости в полукружных каналах заставляет глаза двигаться вправо. Но затем механизм поддержания равновесия заставляет их сдвинуться влево, чтобы их положение совпало с положением головы.

Такое движение глаз отчасти объясняет, почему у людей появляется чувство тошноты, если они пытаются читать в движущемся транспорте, например, в машине или в автобусе. Чтение оказывается противоположным действием естественному движению глаз, что и провоцирует приступы тошноты и рвоту — признаки морской болезни.

Как научиться сохранять равновесие

Это длительный процесс, которому посвящаются почти два первых года жизни ребенка, и еще один год уходит на то, чтобы научиться стоять на одной ноге. Прежде чем абсолютная способность сохранять равновесие будет достигнута, и головной мозг, и мышцы должны стать достаточно развитыми, чтобы обеспечить необходимую силу и координацию движений.

Обонятельные и вкусовые рецепторы

Чувство обоняния, возможно, самое первое по развитию в процессе эволюции, но оно же и наименее изученное из пяти чувств человека.

Обоняние играет также важную роль в сексуальном влечении, хотя эта роль значительно уменьшилась в процессе эволюционного развития человека. Оно предупреждает человека об опасности и дает ему ценную информацию об окружающем мире.

Тесная связь между ощущением вкуса и обонянием не всегда осознается человеком. И только когда он простужен, то понимает, что не только не чувствует запаха, но и не ощущает вкуса еды.

Запах

Как и у многих других органов тела, аппарат обоняния продублирован, каждая цепь связей действует независимо от другой.

Чувствительные рецепторы обоняния находятся на верхней стенке носовой полости, прямо под передними долями головного мозга. Это место называется обонятельным полем, оно плотно забито миллионами маленьких клеток — обонятельными клетками. Каждая обонятельная клетка имеет около дюжины тонких волосков — ресничек, погруженных в слой слизи. Слизь делает реснички влажными и играет роль ловушки для пахучих веществ, в то время как реснички значительно увеличивают площадь каждой обонятельной клетки и таким образом усиливают чувствительность человека к запахам.

Пока не до конца понятно, как мельчайшее количество химических веществ, дающих ощущение запахов, пробуждает обонятельные клетки; считается, что эти вещества растворяются в слизистой жидкости, прилипают к ресничкам и затем вызывают в клетках электрические сигналы.

Обонятельные нервные волокна передают эти сигналы через черепную кость к двум обонятельным луковицам в головном мозге, где информация собирается, обрабатывается и затем передается через сложную цепь нервных окончаний в кору головного мозга. Здесь сигнал определяется, и запах становится осознанным фактом. Точный молекулярный механизм обоняния еще во многом неизвестен. Как именно клетки рецепторов могут выявлять тысячи разных запахов и различать в них тончайшую разницу — остается загадкой.

Что именно обоняет человек?

Чтобы стать пахучим, вещество должно выделять частицы своего химического состава. Обычно этот тип веществ имеет сложный химический состав. Простые химические вещества — такие, как соль, — не имеют запаха или имеют только слабый след запаха.

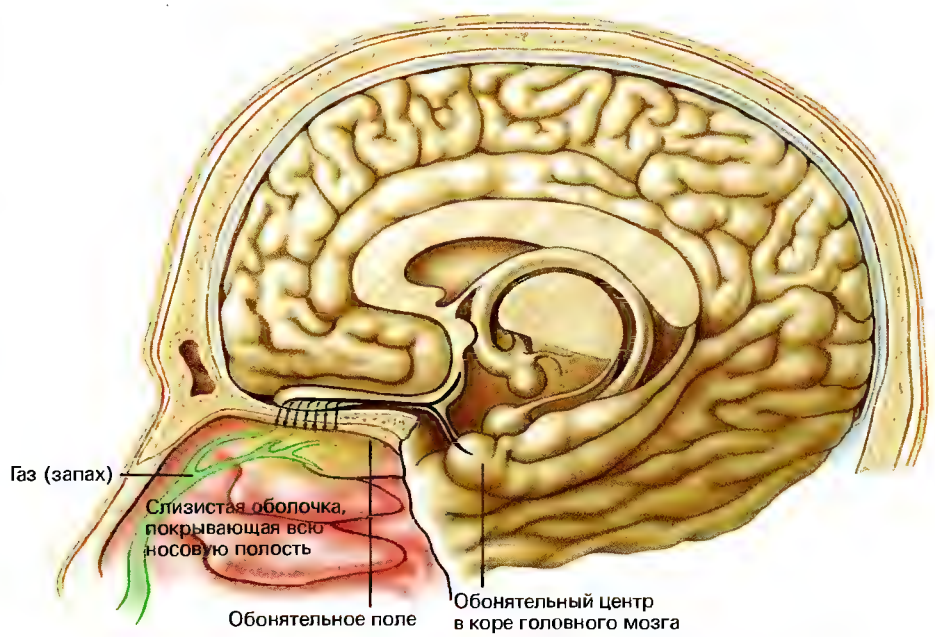
Частицы вещества должны оставаться в воздухе в газообразном состоянии, чтобы их втянуло в ноздри к слизи, окружающей реснички. Попав туда, частицы должны раствориться в слизи, чтобы обонятельный аппарат распознал их.

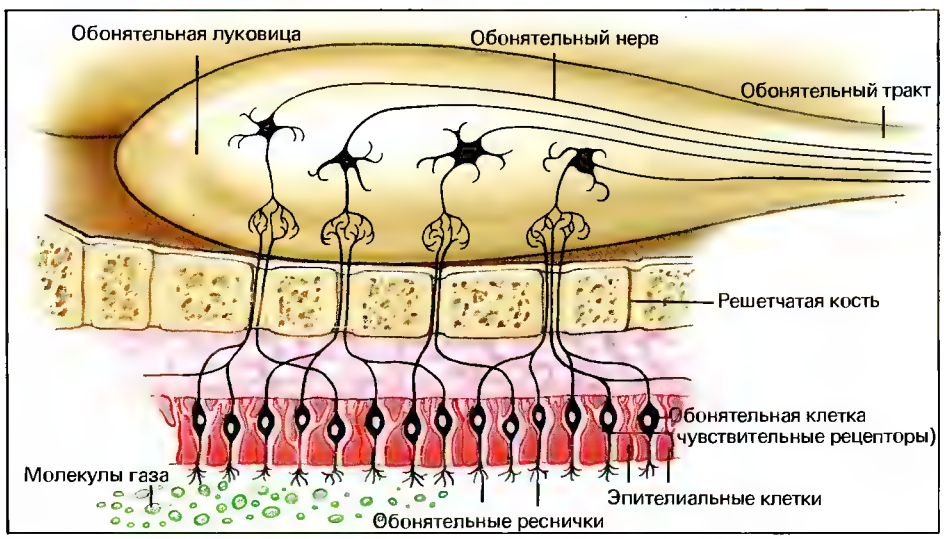
Те вещества, которые легко выделяют газ — такие, как бензин, — обычно очень пахучи, так как до клеток доходит сильно концентрированное химическое вещество.

Влажность также усиливает запах. Когда вода испаряется из вещества, она уносит частицы вещества в воздух. Духи составляются как сложные химические соединения, легко переходящие в газообразное состояние.

Газообразные вещества растворяются в слизи, окружающей реснички. Возникает химическая реакция, которая пробуждает в обонятельных клетках электрическую активность. Эти импульсы передаются через решетчатую кость по чувствительным нервным волокнам в обонятельную луковицу. Здесь информация обрабатывается и затем передается по сложной цепи обонятельных нервов в кору головного мозга. В этот момент человек осознает запах.

Обоняние





Запах, эмоции и память

Часть головного мозга, анализирующая импульсы, которые приходят от клеток-приемников в носу, тесно связана с лимбической системой — тем отделом головного мозга, который участвует в регуляции эмоций, настроения и памяти. Первую упомянутую выше часть называют примитивным мозгом, иногда даже «обонятельным мозгом». Эта связь двух отделов мозга объясняет, почему запахи обладают глубоким эмоциональным значением. Запах свежего дождя в летний день обычно вызывает у людей ощущение счастья и воодушевления, он может также разбудить приятные воспоминания. Запах свежеиспеченного хлеба может вызвать острый приступ голода, в то время как запах духов может принести с собой предчувствие сексуального удовольствия.

Наоборот, неприятные запахи — такие, как запах тухлых яиц,— вызывают отвращение и тошноту. Но бывают исключения. Чрезвычайно неприятный запах зрелого сыра сорта Горгонзола сильно привлекает его страстных любителей: чем сильнее пахнет, тем лучше!

Некоторые запахи вызывают воспоминания о давно забытых значительных событиях. Это происходит потому, что человек обычно запоминает то, что имеет особенное эмоциональное значение, поскольку участки головного мозга, отвечающие за память и воспоминания, тесно связаны с лимбической системой, которая, в свою очередь, связана с центрами обоняния.

Вкус

Чувство вкуса — самое примитивное из пяти чувств человека. Оно ограничено как в диапазоне действия, так и в разносторонности, и поставляет меньше информации об окружающем мире, чем любое другое чувство. По сути дела, исключительная роль этого чувства — выбирать и оценивать пищу и напитки, при этом вкусу в значительной мере помогает более развитое чувство обоняния. Это чувство добавляет оттенки к четырем основным типам вкуса, которые вкусовые сосочки могут различать. Поэтому потеря чувства вкуса по какой бы то ни было причине является меньшей проблемой, чем потеря обоняния.

Вкусовые сосочки

Так же, как и механизм обоняния, механизм вкуса приводится в действие химическими веществами, содержащимися в пище и напитках. Химические частицы собираются во рту и превращаются в нервные импульсы, передаваемые по нервам в головной мозг, где они расшифровываются.

Вкусовые сосочки — центр всей системы. Поверхность языка усыпана маленькими бугорками. Внутри этих бугорков находятся вкусовые сосочки. У взрослого человека их около девяти тысяч, главным образом, на верхней поверхности языка, но некоторое их количество есть также на нёбе и даже в горле.

Каждый вкусовой сосочек состоит из групп клеток-рецепторов, в каждой группе имеются тоненькие, похожие на волоски выступы, называемые микроворсинами. Они выходят на поверхность языка через мельчайшие поры в поверхности бугорков. С противоположной стороны рецепторные клетки связаны сетью нервных волокон. Строение этой сети очень сложно, так как существует огромное количество взаимосвязей между нервными волокнами и рецепторными клетками. Два различных нервных пучка, составляющие лицевой нерв и языкоглоточный нерв, несут импульсы в головной мозг.

Вкусовые сосочки реагируют только на четыре основные вкуса: сладкий, кислый, соленый и горький; скопления рецепторов для них расположены на разных частях языка. Сосочки, чувствительные к сладкому, находятся на кончике языка, в то время как те, что специализируются на соленом, кислом и горьком, расположены соответственно дальше вглубь рта.

Как именно вкусовые сосочки воспринимают химические вещества из пищи и посылают нервные импульсы в головной мозг, еще не вполне понятно ученым, но для того, чтобы сосочки уловили химические вещества, последние должны быть в жидкой форме. Сухая пища дает очень слабое ощущение вкуса, а приобретает его полностью только после растворения в слюне.

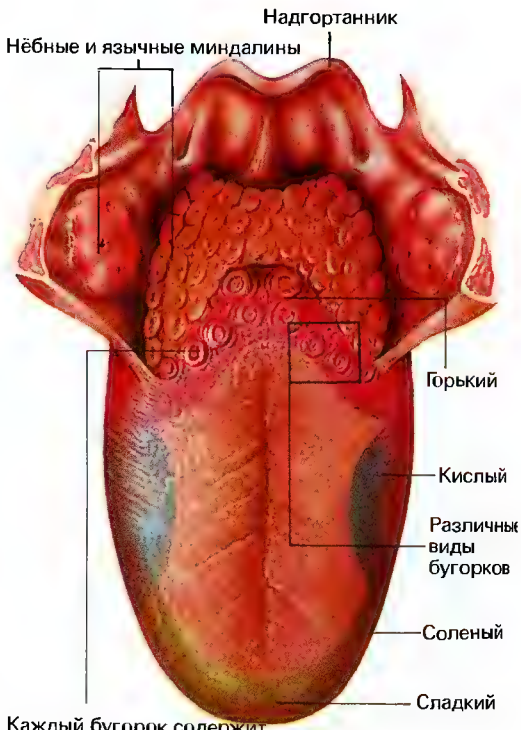
В настоящее время считается, что химические вещества в пище изменяют электрический заряд на поверхности рецептора, что и вызывает нервный импульс в нервных волокнах.

Анализ вкуса

Два нерва, передающие вкусовые импульсы от языка (лицевой нерв и языкоглоточный нерв), сначала проходят через специализированные клетки в стволе мозга. Этот участок ствола мозга играет также роль первой остановки и для других ощущений, идущих из области рта. После первичной обработки в этом центре ствола мозга вкусовые импульсы передаются по второй группе волокон на другую сторону ствола мозга и поднимаются к таламусу. Здесь находится второе «реле», где происходит дальнейший анализ вкусовых импульсов перед тем, как они передаются в ту часть коры головного мозга, которая участвует в полном осознании восприятия вкуса.

Кора головного мозга имеет дело с другими ощущениями — такими, как структура пищи и ее температура, идущими от языка. Эти ощущения смешиваются с главными ощущениями вкуса и дают тонкие оттенки, которые человек распознает во время еды.

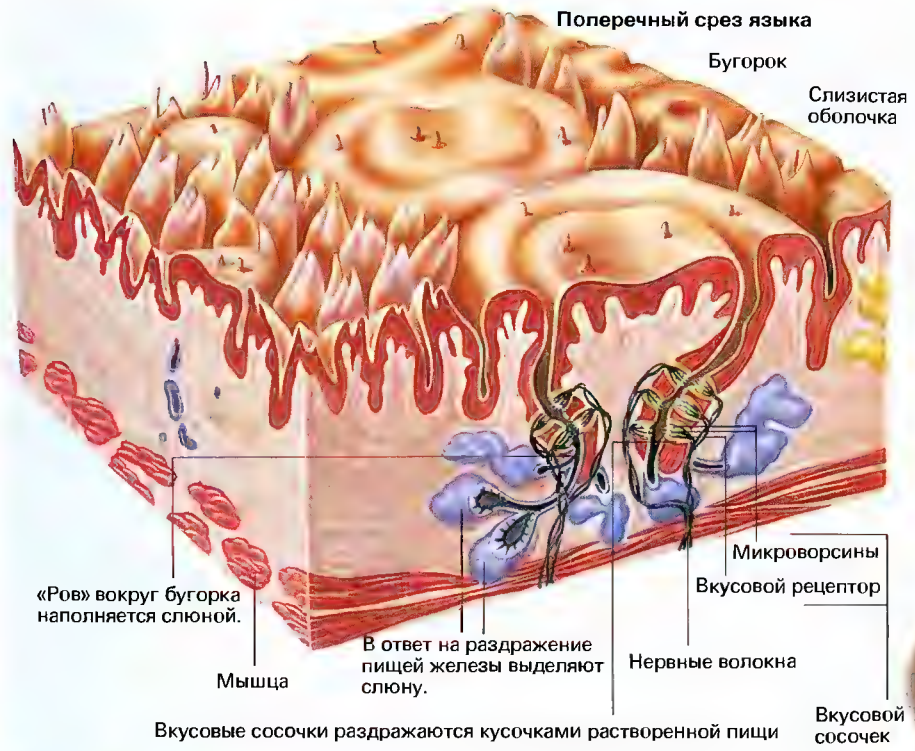
Чувство вкуса



Бугорки на языке увеличивают площадь контактов с пищей; все бугорки, кроме тех, что расположены в центре языка, содержат многочисленные вкусовые сосочки. В этих последних, в свою очередь, находятся вкусовые рецепторы, расположенные таким образом, что различные части языка реагируют на разные вкусы — сладкий, соленый, кислый и горький.

Этот анализ, осуществляемый в нижней части теменной доли коры головного мозга, находится также под влиянием обонятельной информации, обрабатываемой в соседней височной доле. Многие утонченные оттенки вкуса обязаны своим существованием обонянию.

В сравнении с другими чувствами (особенно, с обонянием) наше чувство вкуса не очень высоко развито. Было установлено, что для того, чтобы человек ощутил вкус какого-либо вещества во рту, ему надо этого вещества в 25 тысяч раз больше, чем для того, чтобы его обонятельные рецепторы распознали запах этого вещества. Однако несмотря на это сочетание четырех типов вкусовых сосочков, реагирующих на основные вкусы — соленый, кислый, горький и сладкий,— делает возможным существование широкого спектра ощущений при анализировании мозгом относительной силы главных вкусов. Некоторые из более резких вкусов, такие, как «жгучий» вкус пряной пищи, возникают при раздражении чувствительных к боли нервных окончаний языка.



Если бы человек лишился чувства обоняния, пропали бы почти все вкусовые ощущения. Глотание устриц, например, в процессе которого запах так важен для получения удовольствия, превратилось бы в скучную и абсолютно «безвкусную» процедуру.

Осязательные рецепторы

Вокруг основания тоненьких волосков на коже обвиваются свободные нервные окончания, реагирующие на любое раздражение волоска. Эти осязательные рецепторы — самые простые по структуре, они быстро перестают посылать импульсы, если волосок продолжает подвергаться раздражению. Рецепторы, находящиеся в больших количествах в безволосых участках кожи, например, на кончиках пальцев или на губах, имеют форму крошечных дисков. Так как нервные волокна находятся внутри этих дисков, они реагируют на надавливание медленнее и продолжают посылать импульсы при сохранении раздражителя. Еще один вид более сложных по структуре рецепторов образован многими оболочками, обернутыми вокруг нервного окончания, как кожура лука; эти рецепторы реагируют на продолжительное раздражение еще дольше. К тому же все рецепторы подвергаются влиянию температуры, при которой они посылают свою информацию в нервную систему. Этим объясняется нарушение чувства осязания у человека в холодную погоду.

Нервные пути

Часть волокон, передающих осязательную информацию, идут в спинной мозг и без остановки поднимаются сразу в ствол головного мозга. Эти волокна имеют дело, главным образом, с ощущениями надавливания, особенно на определенные точки. Поэтому они должны посылать свои импульсы прямо в высшие центры головного мозга, чтобы такое четко локализованное ощущение могло быть оценено без смешивания с результатами анализа в спинном мозге.

Другие нервные волокна, несущие информацию о более разлитом прикосновении, входят в серое вещество спинного мозга и там встречаются с сетью клеток, которые проводят первичный анализ информации. Это тот же участок, который принимает импульсы от болевых рецепторов в коже или где-либо еще. Встреча импульсов осязания и боли в спинном мозге способствует объединению этих двух ощущений.

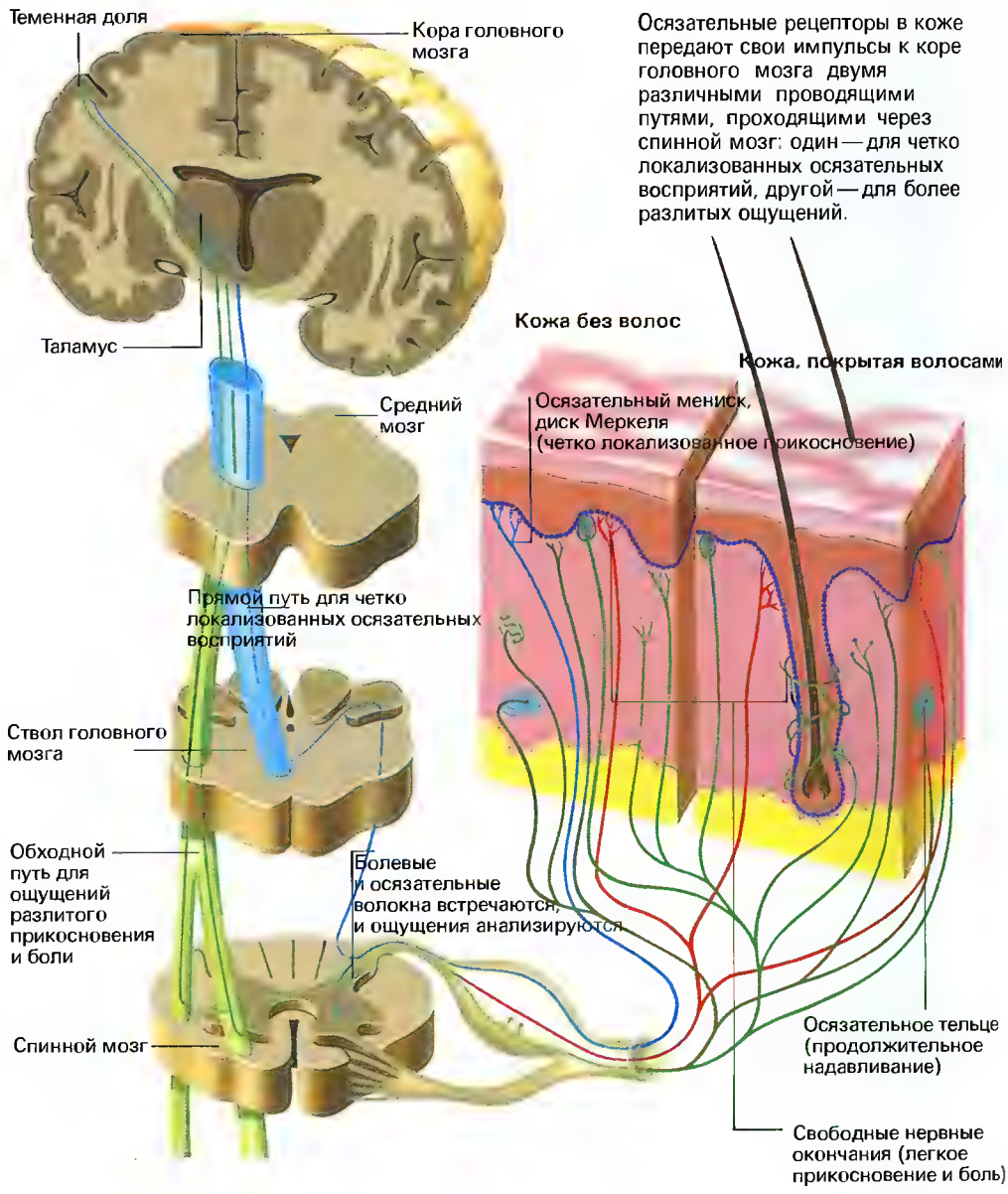
Анализ в спинном мозге отбирает те импульсы, которые затем идут в головной мозг. Серое вещество спинного мозга в этом случае играет роль электронного затвора, когда информация о боли может быть подавлена появлением в нерве определенного типа осязательных импульсов, которые уменьшат объем передававшейся до этого информации.

Такое разделение осязательных импульсов на пути к головному мозгу на два потока, один из которых идет почти прямо в ствол головного мозга, а второй сначала подвергается анализу клетками спинного мозга, способствует сохранению тонких различительных свойств осязания. Поэтому человек может точно определить величину давления в прикосновении и его направление, а если давление слишком велико или слишком резко, с помощью связей спинного мозга в дело вступают болевые рецепторы.

Поступили ли чувствительные импульсы от кожи сразу в головной мозг или же после анализа в спинном мозге, они в конечном счете оказываются в плотном узле серого вещества глубоко в таламусе, где кусочки информации от самых разных рецепторов, находящихся в коже, собираются и координируются. Это дает возможность высшим центрам головного мозга в его коре сложить вместе картину осязательных восприятий, которую человек осознает. Из таламуса необработанные данные передаются в узкую полосу в передней части теменных долей.

Этот важнейший чувствительный участок коры головного мозга обрабатывает информацию прежде чем передать ее во второстепенную, а затем в третьестепенную чувствительные зоны. В этих последних полная картина местонахождения, типа и важности осязательного ощущения, воспринимаемого человеком, создается и коррелируется с памятью о предшествовавших ощущениях, а также с чувствительными раздражителями, поступающими через уши и глаза.

Осязательные восприятия также координируются в этот момент с ощущением того, в каком положении находятся конечности, суставы и пальцы человека: это очень важно, так как дает ему возможность определять размер и форму предмета и помогает отличить один предмет от другого.



Речь

Речь — один из самых сложных и тонких процессов, которые приходится осуществлять организму человека. В конечном счете весь процесс речи — и разговор, и понимание — контролируется и координируется головным мозгом. В коре головного мозга расположены участки, называемые речевыми центрами, в них расшифровываются слова, и из них рассылаются сигналы и команды сотням мышц в легких, в горле и во рту, которые участвуют в воспроизведении речи.

Вся система органов дыхания и вся мышечная структура от живота до носа играют свою роль в воспроизведении звуков речи, но самые важные из них — гортань, язык, губы и мягкое нёбо.

Гортань

В гортани находятся голосовые связки, колебание которых рождает речь. В этом качестве связки — весьма тонкий инструмент, но у них есть еще и менее сложная функция — служить клапаном, охраняющим вход в легкие.

Когда человек ест или пьет, гортань плотно закрывается, заставляя еду или жидкость скользить над ней в пищевод, ведущий в желудок. Когда человеку нужно вдохнуть или выдохнуть, гортань, конечно, открыта.

Гортань расположена приблизительно в центре шеи, в верхней части воздушной трубки или трахеи, ее не видно под задней стенкой горла. Это явно специализированная часть трахеи, заключенная в хрящевую оболочку. Над гортанью находится надгортанник — откидной клапан, который опускается и закрывает проход из задней части горла в гортань; это отверстие называется голосовой щелью.

Действие надгортанника автоматически контролируется головным мозгом, но иногда происходит сбой, и тогда жидкость или кусочки пищи идут «не в то горло». Все это обычно удаляется кашлем, если только кусок пищи не оказывается настолько большим, что застревает в проходе под гортанью.

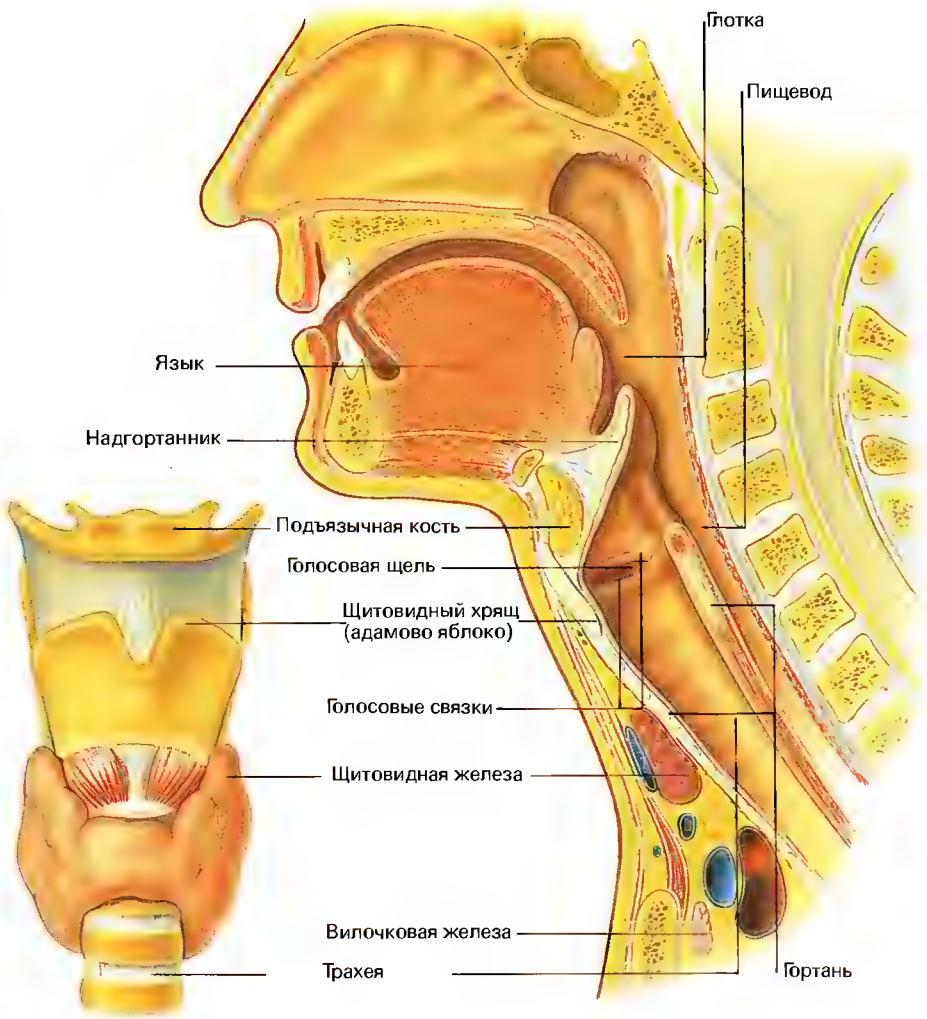
Голосовые связки выполняют функцию, сходную с той, какую выполняет язычок в духовом музыкальном инструменте, например, в кларнете. Когда музыкант выдувает воздух над язычком, тонкое дерево или пластик вибрирует, производя основной звук, который затем модифицируется трубками и отверстиями инструмента. Подобным же образом голосовые связки вибрируют, когда кто-нибудь артикулирует звук; затем звуки модифицируются горлом, носом и ртом.

Голосовые связки состоят из двух тонких связок, имеющих форму губ; они открываются и закрываются, когда через них проходит воздух. Один их конец прикреплен к паре двигающихся хрящей, называемых черпаловидными хрящами, другой — закреплен неподвижно на щитовидном хряще, являющимся частью адамова яблока. Черпаловидные хрящи меняют положение так, что расстояние между связками (щель) изменяется по конфигурации от широкого V в момент речи до закрытой щели в момент глотания.

Колебания голосовых связок в момент речи возникают, когда щель сужается и воздух из легких выталкивается через связки и гортань. Этот процесс называется фонацией, или голосообразованием. Громкость голоса контролируется силой, с которой воздух выталкивается, а высота голоса — длиной и натяжением связок. Естественная глубина и тембр голоса зависят от конфигурации и размера горла, носа и рта; вот почему у мужчин, которые имеют большие гортани и длинные, слабо патянутые связки, голоса обычно ниже, чем у женщин, обладающих, как правило, гортанями поменьше.

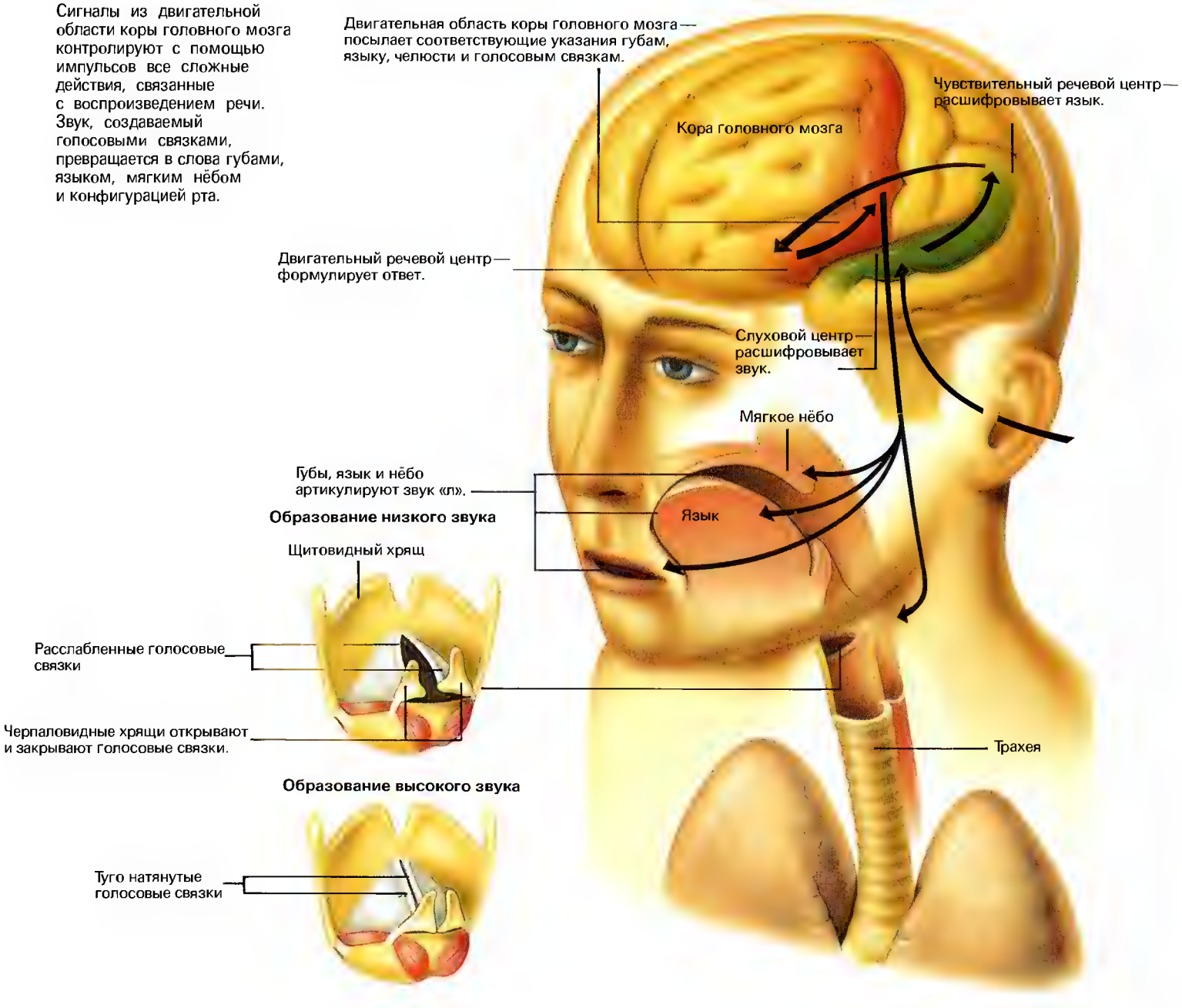
Рот очень тесно связан с процессом речи, потому что в нем придается форма звукам, исходящим из гортани. Например, при создании гласных, согласных «к» и «т» нужно, чтобы воздух, выходящий из гортани, был резко «отрублен» языком и нёбом, в то время как такие гласные звуки, как «а» и «е», не нуждаются в усечении, но требуют определенного положения языка и зубов. Каждый звук в любом языке определен слегка

Расположение и строение гортани



Вид на гортань спереди и сбоку. Внутри гортани находятся голосовые связки, лежащие на кусочках хряща особой формы. Выдыхаемый воздух заставляет связки вибрировать, получается звук. Хрящи могут натягивать или расслаблять связки, создавая разные по высоте звуки.

Сигналы из двигательной области коры головного мозга контролируют с помощью импульсов все сложные действия, связанные с воспроизведением речи. Звук, создаваемый голосовыми связками, превращается в слова губами, языком, мягким нёбом и конфигурацией рта.



отличными друг от друга движениями губ, языка и зубов. Способность глухих людей читать по губам доказывает, какую роль играет рот в формировании речи.

Образование звуков речи

Превращение простых звуков, возникающих в голосовых связках, в понятные слова происходит с помощью губ, языка, мягкого нёба и полостей, дающих голосу резонанс. Резонирующие полости включают всю ротовую полость, нос, глотку (часть горла между ртом и пищеводом) и, в меньшей степени, грудную полость.

Контроль за этими структурами достигается с помощью сотен мелких мышц, которые работают в тесном взаимодействии и с невероятной скоростью. Короче говоря, речь состоит из гласных и согласных звуков.

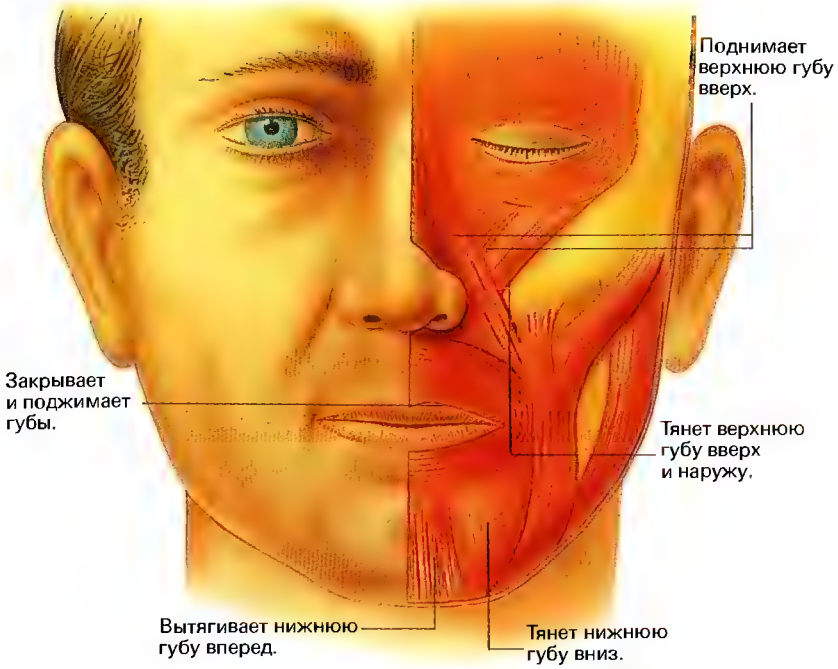
Резонирующие качества разных полостей рта и дыхательной системы обуславливают индивидуальность голосов. Например, так называемые «носовые (сонорные) звуки» «m», «n» и «ng» требуют для своего правильного озвучивания свободного резонанса в носу. Если попробовать зажать свой нос, когда говоришь что-то, то полученный комический эффект докажет, что воздушное пространство в носу обеспечивает речи плавность и ясность. Разные люди имеют различной формы носы, грудь и рот, отсюда и разное звучание человеческих голосов.

Череп тоже резонирует, когда человек говорит, и человек слышит часть того, что говорит, переданную через кости черепа, а также через уши. Это не только дает ему «обратную связь» с тем, что он говорит, но и объясняет, почему голоса звучат так странно, когда их слушают в записи на пленку — звуки, которые человек при этом слышит, передаются только через воздух.

Роль головного мозга

Речь и ассоциированные с ней функции сконцентрированы в одном полушарии. Для человека-правши это обычно левое полушарие, а для человека-левши — правое полушарие. Этот участок головного мозга разделен надвое — на двигательный речевой центр, контролирующий мышцы рта и горла, и на чувствительный речевой центр, который расшифровывает входящие по нервам звуковые сигналы из ушей. Рядом с этими центрами расположены участки мозга, которые координируют слух (с его помощью человек понимает, что говорят другие люди),

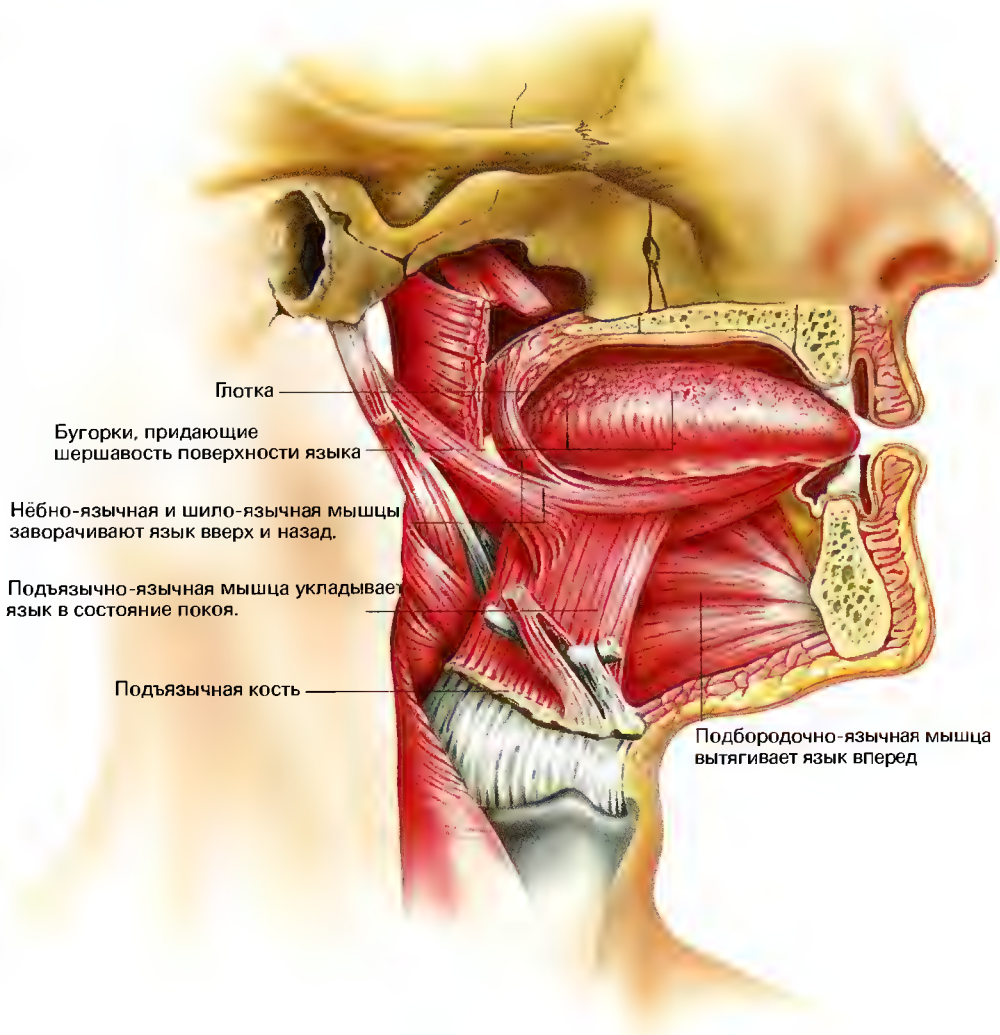
Мышцы, управляющие губами



Слева: Движение губ осуществляется мышцами, указанными на рисунке. Губы играют важную роль в процессе речи — например, когда человек произносит звук «б», губы сначала сжаты вместе, так что восходящий поток воздуха задерживается, а затем внезапно вырывается и производит звук.

Внизу: Положение языка и окружающей его мускулатуры. Наряду с гортанью и губами язык играет важную роль в человеческом общении путем использования речи. Например, разница между твердым, четко произносимым звуком «s» и неясным, шепелявым его вариантом целиком зависит от движений языка.

Расположение языка



зрение (с его помощью человек расшифровывает написанное слово) и сложные движения кистей рук при письме, игре на инструментах и т. п.

Разговор — очень сложный процесс; первое, что происходит, когда человек слышит речь,— это распознавание в слуховых центрах коры головного мозга смеси входящих слуховых сигналов от ушей. Чувствительный речевой центр расшифровывает слова, чтобы другие участки мозга, участвующие в процессе, смогли их распознать и сформулировать ответ. Как только ответное послание составлено, в дело вступают двигательный речевой центр и ствол головного мозга. Ствол мозга контролирует как межреберные мышцы, которые расширяют легкие, так и мышцы живота, определяющие давление входящего и выходящего воздуха. Когда воздух выталкивается из легких, двигательный речевой центр посылает сигнал к голосовым связкам, чтобы они одновременно выдвинулись в поток воздуха в горле; вибрация связок создает простой звук.

Величина давления, оказываемого на легкие в момент выдоха, определяет скорость, с которой воздух проходит через голосовые связки, и чем больше скорость воздуха, тем громче производимый звук. Когда человек шепчет, голосовые связки широко раскрыты, они почти не двигаются под влиянием проходящего воздуха и играют роль поверхностей трения. Но формирование слов происходит главным образом в результате движений губ, языка и мягкого нёба — все это под контролем коры головного мозга.

Координация

Гибкие движения чемпиона по гимнастике или движения легкоатлета демонстрируют, как искусно мозг человека контролирует сотни мышц торса и конечностей. Чтобы добиться четкой и сложной последовательности движений, головной мозг человека создал такую систему контроля и управления, по сравнению с которой компьютеры выглядят примитивными.

Дети рождаются, уже имея множество рефлексов. В качестве примера одного из таких рефлексов у взрослого можно привести быстрое отдергивание руки от горячей кастрюли. На эти простые рефлекторные движения накладываются движения, направляемые сигналами из мозга. Для каждого совершаемого движения сокращается несколько мышц, другие мышцы расслабляются, и еще большее число мышц сохраняет состояние сокращения для стабилизации остальной части тела. Процесс, в котором все отдельные мышечные сокращения синхронизируются мозгом для организации плавной очередности действий, называется координацией.

Как происходит согласование движений

Чтобы понять это, лучше вспомнить ежедневные действия человека, например, наклон над столом с целью взять чашку кофе. Как мозг руководит этой явно простой операцией? Прежде, чем чашка будет поднята, должно произойти несколько событий.

Во-первых, человек должен «знать», где находятся чашка с кофе и его рука, и также отношения между ними. Это означает, что мозг должен создать «карту» внешнего пространства, чтобы спланировать необходимые движения. Изложенный процесс и называется пространственным восприятием.

Эта «карта» внешнего мира должна быть затем расшифрована головным мозгом, чтобы проблема перехода чашки кофе со стола в руку человека была разрешена. Затем этот план действий должен быть превращен в детально разработанную инструкцию; указания будут переданы мышцам, чтобы они сокращались в нужном порядке.

Во время движения, инициированного в «планирующих» участках мозга, беспрерывные потоки информации идут от всех чувствительных нервов в мышцах и суставах о их положении и степени сокращения. Вся эта информация должна быть организована и перераспределена, чтобы «карта» в любой момент отвечала реальной ситуации и можно было производить необходимые изменения в ней.

Чтобы протянуть руку за чашкой кофе, человеку нужно слегка наклониться к ней. Это изменяет положение центра тяжести в теле. Все рефлекторные механизмы равновесия должны быть под контролем, чтобы обеспечить нужные изменения в тонусе мышц, необходимые для совершения движения через стол, о котором сообщил мозг. А это значит, что

Высокий уровень координации движений, достигаемый спортсменами, такими, как этот чемпион по бегу с барьерами, вероятен только при использовании почти всех отделов головного мозга. Движения глаз связаны с визуальными центрами мозга, которые затем координируются с нервами и мышцами, что делает возможным отлично проконтролированное и точно определенное во времени движение всех остальных частей тела.

Как головной мозг помогает человеку взять чашку кофе

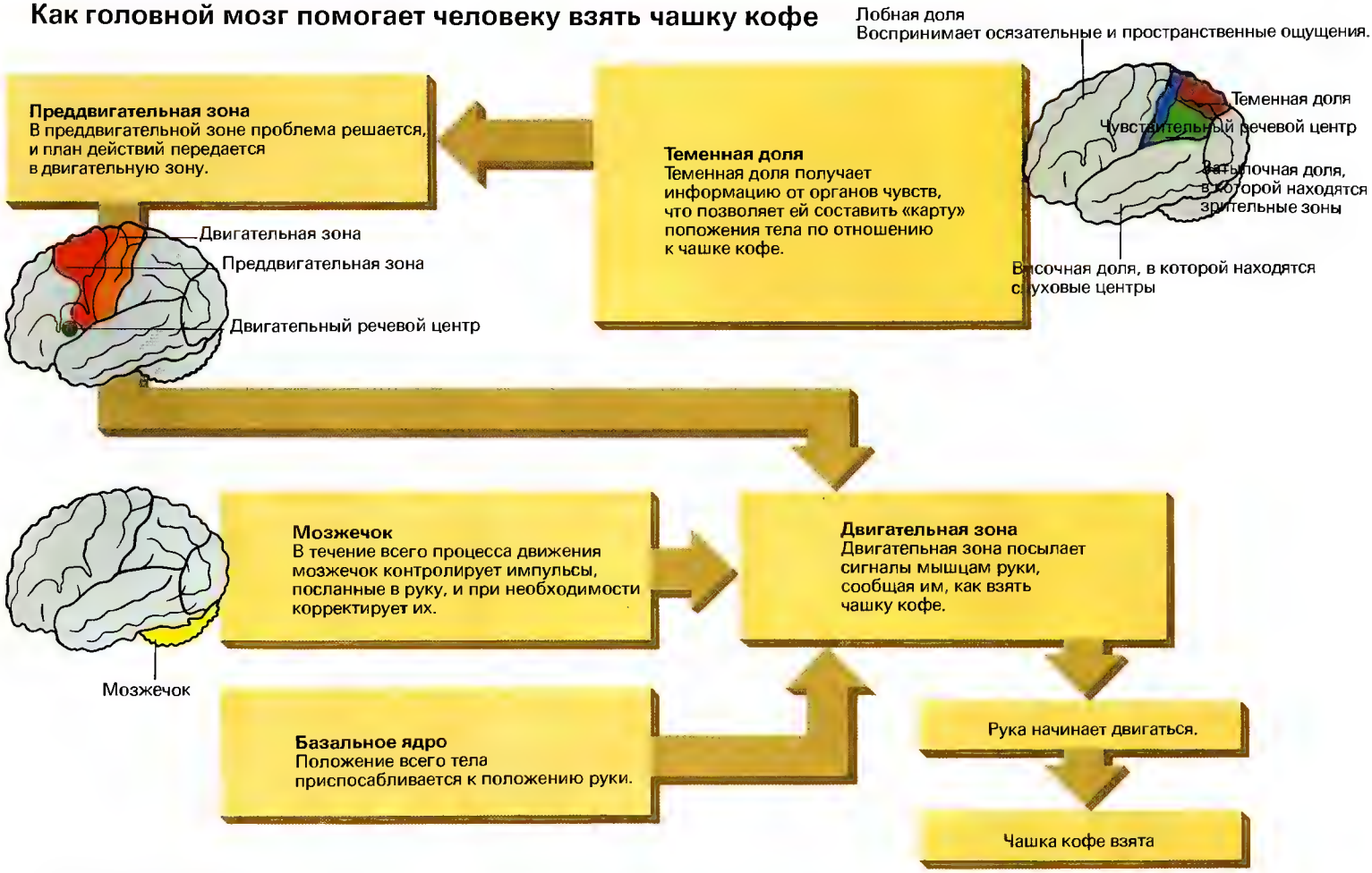


Диаграмма ясно показывает, как даже простые ежедневные действия, которые человек совершает, на самом деле складываются из многочисленных движений с привлечением мозга, нервов и мышц, и все это может совершаться в доли секунды.

тонус многих других мышц должен быть проконтролирован и скоординирован.

Первые стадии координации движений

Все намеренные движения должны быть повторены несколько раз, прежде чем они станут скоординированными. Даже такое обычное действие, как ходьба, становится большой двигательной проблемой для каждого растущего ребенка. С развитием головного мозга ребенка увеличивается количество внутренних связей в мозге, примитивные рефлексы, с которыми рождается ребенок (такие, как реакция «испуг», когда ребенок протягивает руки), перекрываются все более сложными способами движения.

Они возникают в результате развития у ребенка сознания. На глаза ему может попасться игрушка; ее яркий цвет возбудит сильный сигнал в зрительных центрах мозга ребенка, но ребенок обнаружит, что не может дотянуться до игрушки, ему необходимо подвинуться к ней. Первые попытки движения совсем не скоординированы, ребенок просто беспорядочно размахивает конечностями. Однако, эти движения помогают образованию необходимых связей в мозге, в результате которых появится установившийся набор движений, представляющий собой скоординированное ползание. Как только ребенок освоит ползание, сигналы из мозга к мышцам все усложняются, и скоро не остается (на уровне пола) ничего, до чего ребенок не мог бы дотянуться.

Когда ребенок обнаруживает, что он может встать на ноги, мозжечок анализирует новую порцию информации, идущей из центров равновесия в стволе головного мозга. Ходьба — новое искусство, которому надо научиться; для этого нужно совершить массу попыток, во время которых мозжечок совместно с двигательной областью коры головного мозга готовит действенные меры воздействия на мышцы.

Отдельные части каждого движения, заученного таким способом, заранее запрограммированы в спинном мозге, но они должны образовать связную модель для совершения скоординированных действий. Так оркестру нужен дирижер, без которого он не сможет создать гармоничный звук из общего гула всех инструментов.

Как только эти относительно простые навыки закреплены, прекрасно запрограммированный мозг через двигательную зону коры даст команду «иди!» и посылает необходимый комплект сигналов для осуществления сложного механического действия. Мозжечок контролирует развитие этого действия, но оно становится все менее и менее осознанным актом. Если в системе появляется нечто неожиданное, например, изменяется положение ноги, если надеты туфли на высоких каблуках, возникает необходимость частичного перепрограммирования и концентрации, пока двигательная зона настраивается на новый «лад».

Сложная координация

Такая координация требует согласования движений глаз со зрительными центрами головного мозга и затем с движениями всего тела.

Очевидно, что такого рода согласование, в котором принимает участие большая часть отделов головного мозга, развивается к концу детства. На такой координации основывается обучение сложным видам движений в спорте и некоторых профессиях, например, в игре на музыкальных инструментах.

Мозг некоторых людей от рождения лучше приспособлен к развитию в определенных направлениях. Однако, по большому счету, различия между способностями людей к сложным типам согласованных движений зависят от того, до какой степени они могут концентрироваться при создании этих программ.

ГЛАВА 5

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Многие функции организма контролируются эндокринными железами, которые помогают разным частям тела гармонично взаимодействовать друг с другом. Выделяя в кровь химические вещества, называемые гормонами, эти железы могут передавать сигналы органам тела и побуждать их осуществлять специальные процессы, в число которых входят такие решающие и жизненно важные, как рост и размножение. Поскольку все гормоны имеют отношение к обмену веществ, существует тенденция их взаимодействия друг с другом для достижения желаемого результата.

Гормоны

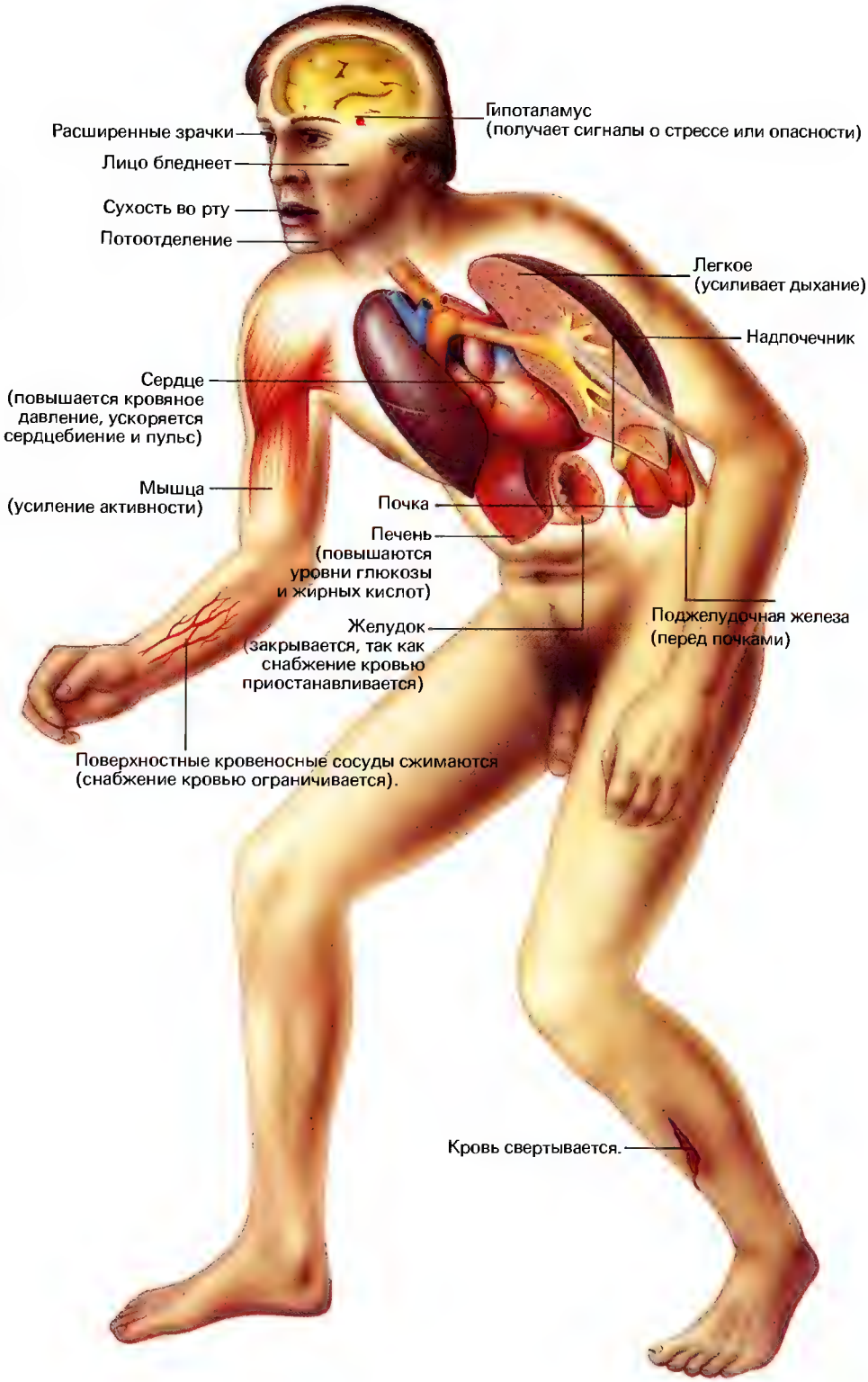
Гормоны — химические курьеры организма. Они образуются в специальных железах, расположенных в самых разных частях тела, и передвигаются с кровью к другим клеткам организма, называемым клетками-мишенями, где и проявляется их воздействие. Железы, в которых главным образом вырабатывается и выделяется большинство гормонов организма, представляют собой группу не имеющих выводного протока, или эндокринных, желез, называемых так потому, что они выпускают продукт своей деятельности прямо в кровь, а не через трубочку или проток, как делают экзокринные железы.

Как работают гормоны

По сравнению с нервами гормоны имеют тенденцию действовать медленнее, а также растягивать свое действие на более длительное время. Не все гормоны действуют так медленно, но многие из тех, что действуют именно так, участвуют в основополагающих процессах в течение всей жизни человека, таких как рост и размножение. Вообще говоря, гормоны обычно контролируют или оказывают влияние на химические реакции клеток-мишеней, определяя, например, с какой скоростью они поглощают питательные вещества и выделяют энергию; или должны ли эти клетки вырабатывать молоко, растить волосы или создавать еще какой-либо продукт метаболических процессов.

По причине своего всеохватывающего влияния гормоны, вырабатываемые главными эндокринными железами, известны как общие гормоны; к ним относятся инсулин и половые гормоны. Организм создает много других гормонов, которые действуют на небольшом отдалении от той точки, где они вырабатываются.

Примером такого локального гормона служит секретин, вырабатывающийся в двенадцатиперстной кишке в ответ на присутствие пищи. Затем этот гормон путешествует с кровью на небольшое расстояние к близлежащей поджелудочной железе и стимулирует выделение ею жидкого сока, содержащего ферменты (химические преобразователи), необходимые для пищеварения.



Слева: Модель стероидной молекулы. Гормоны — это либо протеины или протеиновые производные, либо стероиды. К стероидам относятся половые гормоны и гормоны, выделяемые корой надпочечников. Все стероиды имеют одинаковую молекулярную структуру и конфигурацию. Молекула стероида состоит из атомов кислорода, водорода и углерода; молекулы соединяются в структуру с 17 атомами углерода, организованными в четыре соединенных между собой кольца.

Справа: Адреналин, выделяемый мозговым веществом надпочечника, известен как «гормон драки», или «гормон бегства». Как только надпочечник испускает его, гормон моментально действует на организм. Он оказывает влияние на часть вегетативной нервной системы, поэтому в момент опасности тело готово или стоять и сражаться, или обратиться в бегство. Адреналин выделяется не только перед лицом физической опасности, но и в моменты психологического стресса. Когда его образование постоянно происходит в течение длительного периода, адреналин может оказать на организм обратное действие.

Другой пример местных гормонов — вещество ацетилхолин, который вырабатывается каждый раз, когда нерв передает сигнал о сокращении мышечной клетки.

Протеины и стероиды

Все гормоны действуют в очень маленьких дозах. В некоторых случаях для выполнения какой-либо задачи бывает достаточно одной миллионной грамма гормона.

По химическому составу гормоны можно разделить на две основные группы: протеины и производные протеинов и гормоны, имеющие кольцевую, или стероидную, структуру. Половые гормоны и гормоны, вырабатываемые корой надпочечника, являются стероидными гормонами.

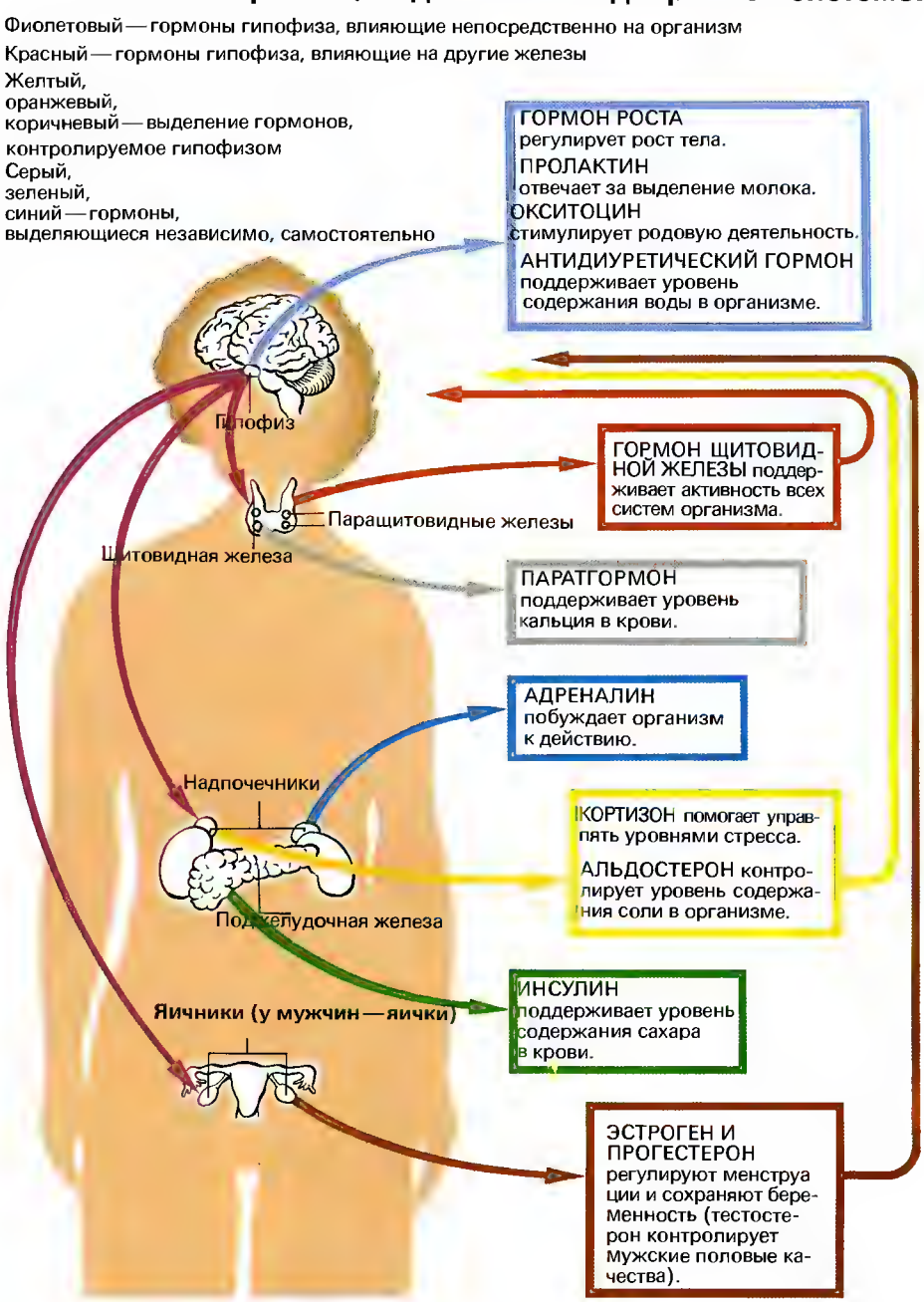
Инсулин — это протеин, а гормоны щитовидной железы образуются на протеиновой основе и являются производными протеина.

Когда каждый гормон достигает мишени, он может начать действовать только в том случае, если окажется на определенном участке оболочки клетки-мишени. Оказавшись заключенным в клеточный рецептор, гормон начинает стимулировать образование вещества, называемого циклической аденозинмонофосфатной кислотой. Считается, что аденозинмонофосфат активизирует несколько ферментных систем внутри клетки, возникают специфические реакции и вырабатываются необходимые вещества.

Реакция каждой отдельной клетки-мишени зависит от ее собственной химии. Так, аденозинмонофосфат, образующийся в присутствии гормона инсулина, инициирует клетки на использование глюкозы, в то время как гормон глюкагон, также вырабатываемый поджелудочной железой, заставляет клетки высвобождать глюкозу, которая накапливается в крови и, сгорая, дает энергию для физической активности.

Сделав свою работу, гормоны теряют активность под влиянием самих клеток-мишеней или уносятся в печень для дезактивирования, затем разрушаются и либо выбрасываются из организма, либо используются для создания новых гормонных молекул.

Основные гормоны, выделяемые эндокринной системой



Гипофиз не только сам выделяет гормоны, но и оказывает огромное влияние на многие другие эндокринные железы. Гормоны гипофиза влияют на деятельность надпочечников, щитовидной и репродуктивных желез. Гипофиз контролирует также производство паратгормона.

Роль гипоталамуса

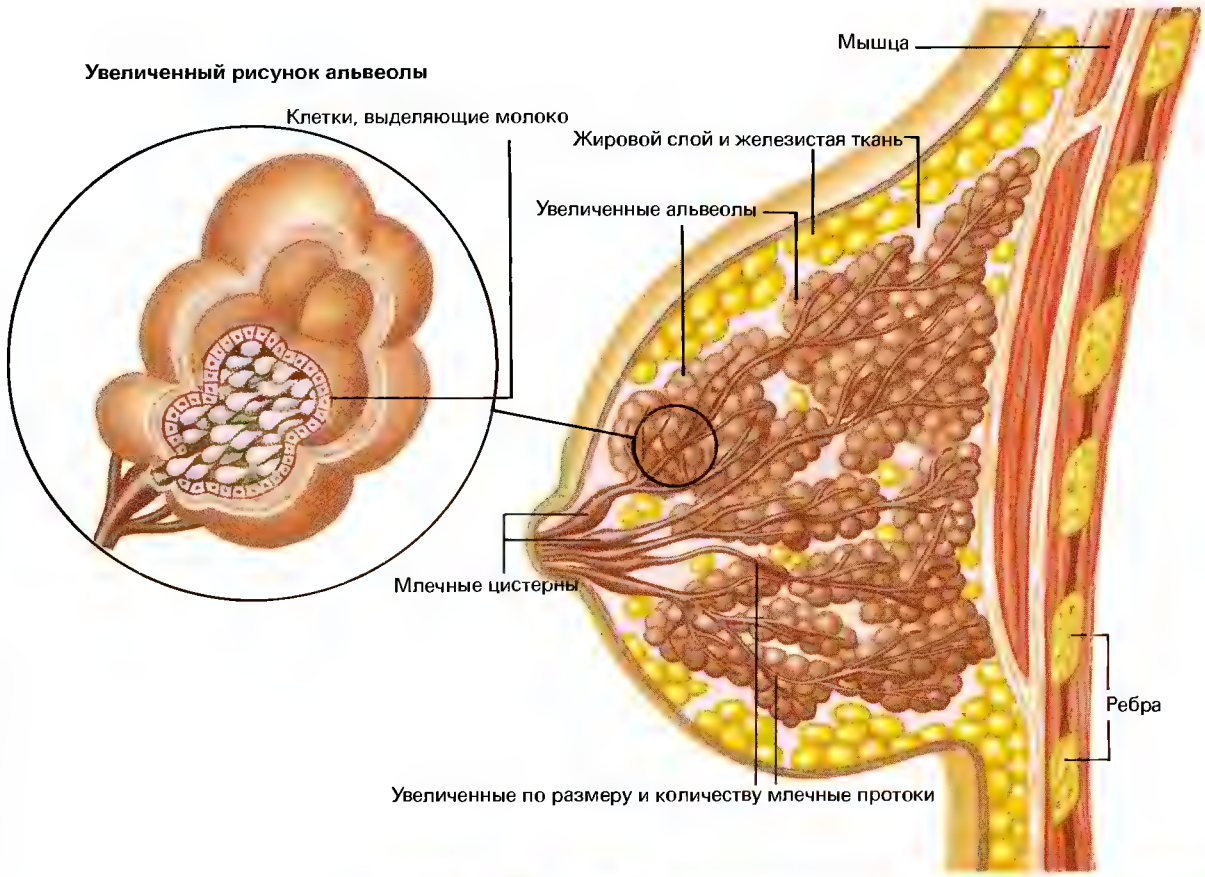
Гипоталамус — связующее звено между нервной системой и эндокринными железами. Одна из его важнейших функций — передавать импульсы и раздражители между головным мозгом и органами, такими, как почки. Гипоталамус получает определенные химические медиаторы, выделенные нервными клетками мозга, и в ответ на раздражение вырабатывает гормоны.

Два гормона, вырабатываемые задней долей гипофиза, — вазопрессин (антидиуретический гормон) и окситоцин — выделяются из гипофиза под прямым контролем нервных импульсов, исходящих из гипоталамуса. Существует также связь между нервными клетками гипоталамуса и выделениями из передней доли гипофиза. Специальные нервные клетки в гипоталамусе создают рилизинг-факторы, которые должны воздействовать на клетки передней части гипофиза прежде, чем они начнут выделять гормоны.

Влияние на эмоции

Взаимоотношение между головным мозгом и гипофизом объясняет, почему существует столь определенная связь между гормонами и эмоциями. Многие женщины, например, обнаруживают, что когда они находятся в состоянии тревоги или расстроены, их менструальный цикл нарушается. А уровни гормонов эстрогена и прогестерона, которые контролируют менструальные периоды, могут также оказывать глубокое влияние на настроение женщин.

Считается, что внезапное понижение уровня гормонов, которое наступает как раз перед менструацией, играет важную роль в создании тех симптомов, которые известны как предменструальный синдром, тогда как высокий уровень гормонов в середине цикла дает многим женщинам ощущение отличного самочувствия. И не случайно, что именно в это время женщина особенно фертильна и в высшей степени реактивна сексуально. Но гормонные уровни могут подвергаться из-



Справа: Два гормона, вырабатываемые гипофизом, ответственны за образование грудного молока: пролактин стимулирует грудь к выделению молока, а окситоцин вызывает движение молока. Грудное молоко выделяется выстилкой альвеолы (см. верхний рисунок). Когда ребенок сосет грудь, молоко спускается вниз по протокам и высасывается из соска.

менениям под влиянием эмоциональных факторов.

Во время эротического стимулирования, например, считается, что уровни эстрогена и прогестерона повышаются в результате попадания в мозг импульсов удовольствия, в то время как одна только мысль о том, чтобы совершить половой акт с тем, кто физически неприятен, становится настоящим «отключением», ибо подавляет выделение гормона.

В конце репродуктивного периода своей жизни, то есть в период менопаузы, женщина в состоянии испытывать сильные эмоциональные подъемы и спады. Это происходит отчасти потому, что ее яичники перестают реагировать на фолликулостимулирующий гормон и не выделяют эстроген и прогестерон. Эти перемены настроений могут происходить и по психологическим причинам. Интересно отметить, что внезапное исчезновение гормонов у женщины после родов может оказывать эмоциональное воздействие, сходное с ситуацией в период менопаузы.

Эндокринные железы

Гипофиз — главная железа организма человека. Он не только сам выделяет гормоны, но и оказывает влияние на производство гормонов другими железами. Гипофиз находится в основании головного мозга. Он соединен с гипоталамусом ножкой, состоящей из нервных волокон, и действует в пределах этого участка головного мозга. Гипофиз и гипоталамус вместе контролируют многие аспекты метаболизма в организме, то есть различные химические процессы, функция которых — обеспечивать функционирование всех частей человеческого тела.

Строение и функция

Гипофиз находится внутри защитного костного «седла», называемого «турецким седлом». Турецкое седло, или, как его называют доктора, sella, четко видно лишь на рентгеновском снимке черепа; увеличение размера седла — признак каких-то нарушений в гипофизе, требующий проведения анализов.

Железа разделена на две половинки, каждая из которых действует совершенно независимо от другой. Задняя доля соединена с гипоталамусом гипофизарной ножкой. Эта половина участвует в производстве двух главных гормонов, которые в действительности вырабатываются гипоталамусом. Отсюда они двигаются по специализированным нервным клеткам в заднюю долю гипофиза и выделяются только тогда, когда гипоталамус получает соответствующий сигнал о состоянии организма. Поэтому задняя доля гипофиза (нейрогипофиз) и гипоталамус представляют собой самостоятельный блок.

Передняя доля гипофиза (аденогипофиз) вырабатывает гормоны, которые возбуждают другие важные железы организма, а также один-два важных гормона, действующих непосредственно на ткани. Хотя эта доля не имеет прямой связи с гипоталамусом, все же она очень тесно с ним связана образом своего действия.

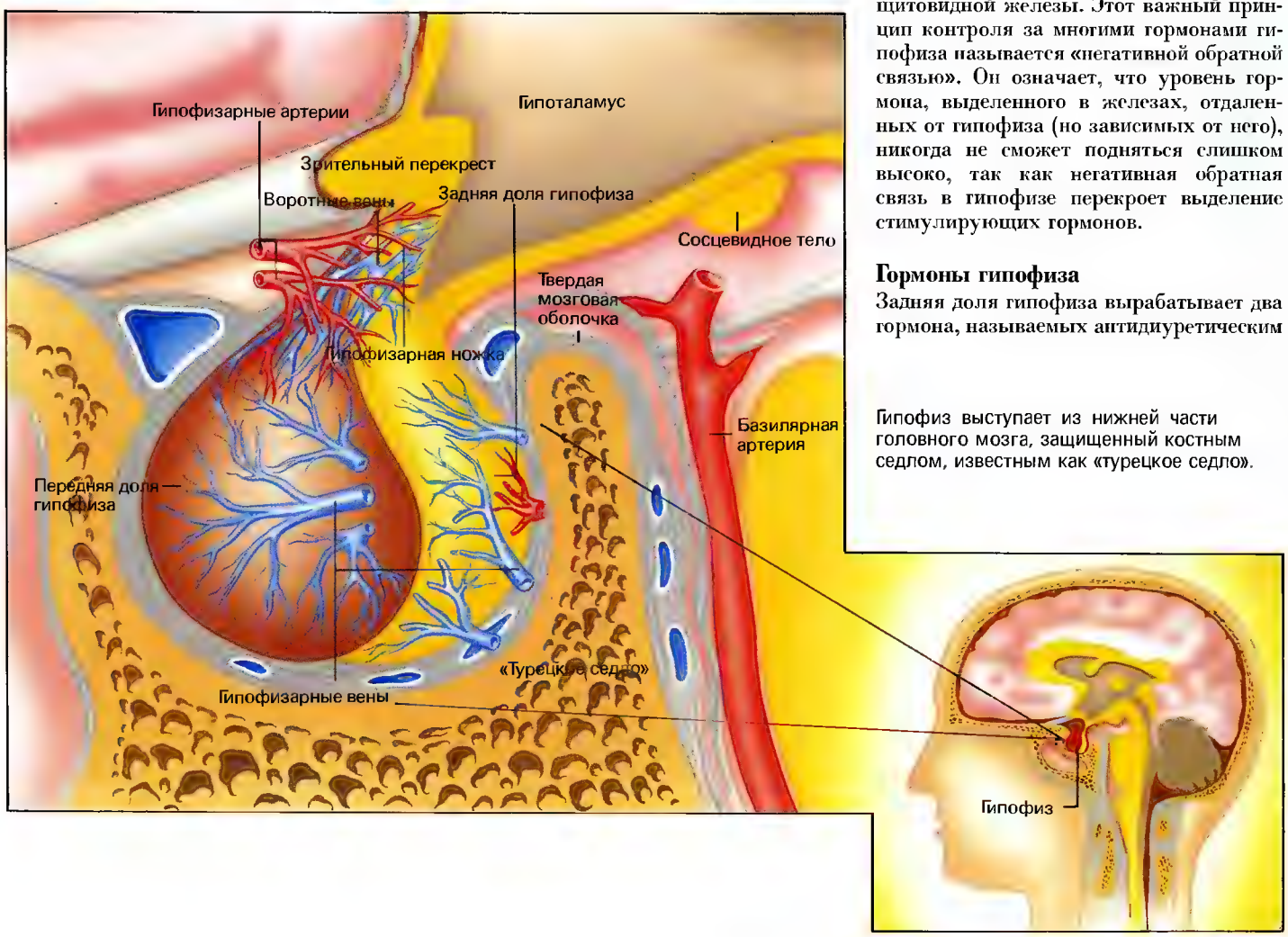
Поскольку передняя доля гипофиза не имеет прямых нервных связей с гипоталамусом, она зависит от серии определенных ускоряющих и тормозящих факторов для контроля над выделением гормона. Некоторые из этих факторов сами являются специализированными гормонами, которые вырабатываются в гипоталамусе и действуют на гипофизе на расстоянии нескольких миллиметров. Они переносятся в специальной группе кровеносных сосудов, называемой гипофизной воротной системой. Эта система находится между гипоталамусом и гипофизом.

Хотя многие команды для выделения гормонов исходят из гипоталамуса, передняя доля гипофиза сама имеет достаточно независимый контроль над выделением гормонов. Выделение некоторых секретов тормозится веществами, циркулирующими в крови. Примером этого может служить гормон ТТГ (тиреотропный гормон), который стимулирует щитовидную железу на шее вырабатывать ее гормоны. Выделение ТТГ гипофизом тормозится, когда в крови оказывается высокое содержание гормона щитовидной железы. Этот важный принцип контроля за многими гормонами гипофиза называется «негативной обратной связью». Он означает, что уровень гормона, выделенного в железах, отдаленных от гипофиза (но зависимых от него), никогда не сможет подняться слишком высоко, так как негативная обратная связь в гипофизе перекроет выделение стимулирующих гормонов.

Гормоны гипофиза

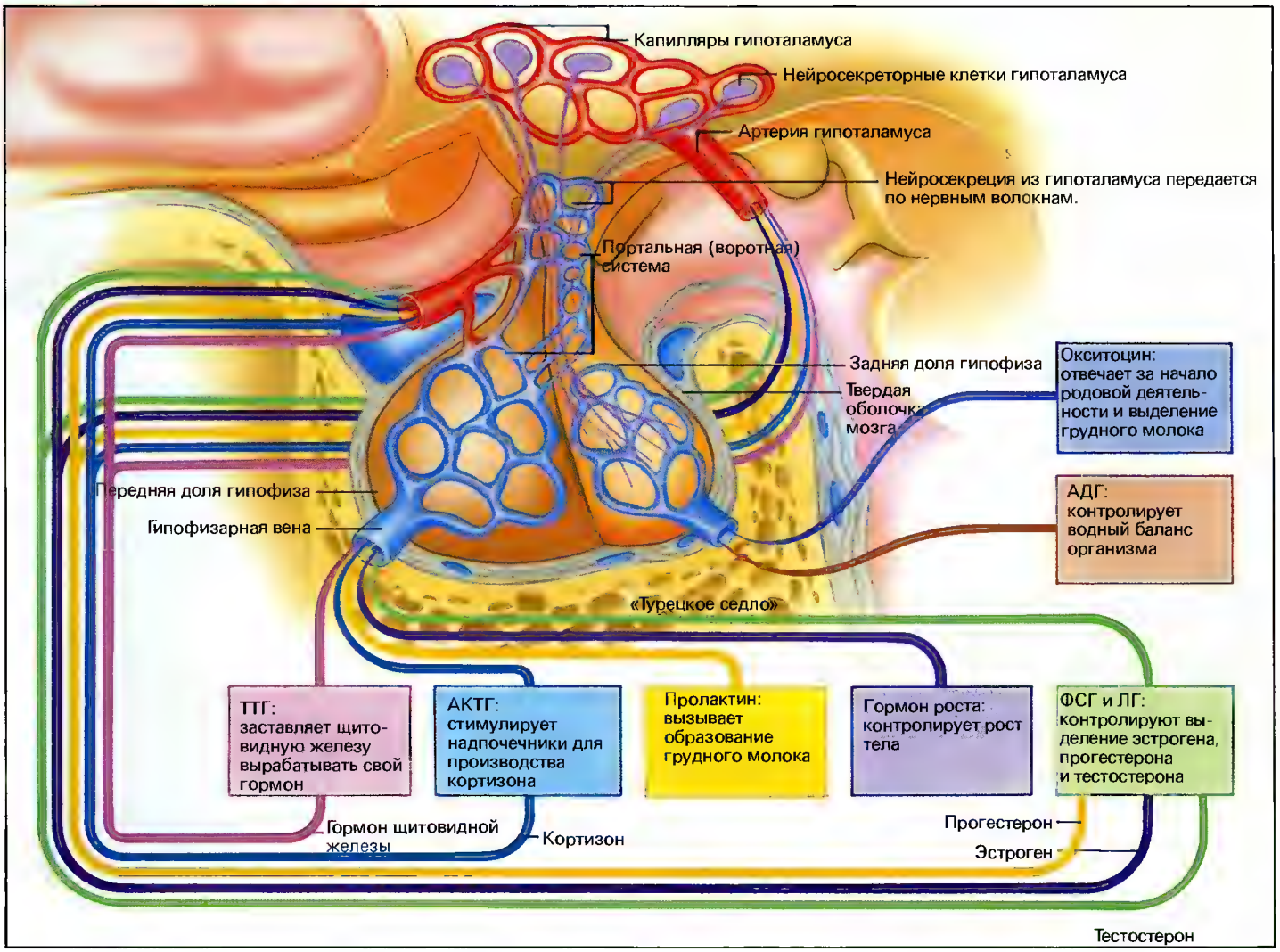
Задняя доля гипофиза вырабатывает два гормона, называемых антидиуретическим

Положение и строение гипофиза



Гипофиз выступает из нижней части головного мозга, защищенный костным седлом, известным как «турецкое седло».

Гормональная активность гипофиза



Четыре гормона гипофиза побуждают определенный орган выделять другой, связанный с ними, гормон. Некоторые из этих гормонов придут с кровью обратно в гипофиз, таким образом регулируя его деятельность, некоторые пройдут через гипоталамус, вызывая образование нейросекреции, которая по воротной кровеносной системе вернется в гипофиз, чтобы контролировать производство различных гормонов.

гормоном (АДГ) и окситоцином. Она также выделяет несколько веществ-нейрофизинов, чье значение и функции не до конца понятны. Однако нет никаких свидетельств того, что они действуют, как настоящие гормоны. АДГ контролирует количество воды в организме. Он воздействует на канальцы в почках, заставляя их задерживать или выделять воду. Ткань почек обладает способностью впитывать бóльшее или меньшее количество воды из мочи, в зависимости от необходимости, в тот момент, когда моча уходит из канальцев. При выделении АДГ в кровь почки задерживают воду. Когда гормон не выделяется, большее количество воды удаляется из организма с мочой.

Роль гормона окситоцина менее ясна. Он отвечает за начало родовой деятельности и сокращение матки. Он также играет важную роль в появлении молока в грудных железах в период лактации. Считается, что у мужчин этот гормон связан с развитием оргазма.

Передняя доля гипофиза вырабатывает шесть основных гормонов. Четыре из них связаны с контролем над другими важными железами организма: щитовидной железой, надпочечниками и половыми железами (яичниками — у женщин, яичками — у мужчин).

Активность щитовидной железы пробуждается под действием тиреотропного гормона, а кора (внешняя часть) надпочечников оказывается под влиянием гормона АКТГ (адренокортикотропный гормон). Общие уровни гормона щитовидной железы и кортизона из надпочечников поддерживаются сочетанием негативной обратной связи с гипофизом и дополнительными сигналами, идущими от гипоталамуса, например, в период стресса.

Передняя доля гипофиза вырабатывает также гормоны ФСГ (фолликулостимулирующий гормон, пролан А) и ЛГ (лютеинизирующий гормон, пролан Б). Они известны как гонадотропные гормоны, которые влияют на половые железы. Они стимулируют выделение двух главных половых гормонов, эстрогена и прогестерона, которые у женщин контролируют менструальный цикл. У мужчин ФСГ и ЛГ стимулируют выделение мужских гормонов и спермы.

Гормон пролактин — один из двух гормонов передней доли гипофиза, который, похоже, действует впрямую на ткани без стимулирования какой бы то ни было другой железы. Как и гонадотропные гормоны, пролактин в большой степени участвует в контроле за воспроизведением. Пролактин играет гораздо более сложную роль в женском организме, чем

в мужском. В действительности, его роль в мужском организме не ясна, хотя известно, что его избыток может иметь отрицательный эффект.

В женском организме пролактин стимулирует образование молока. В больших количествах однако он тормозит овуляцию и менструальный цикл. Этим объясняется тот факт, что кормящие женщины обычно не могут забеременеть (хотя кормление грудью нельзя считать надежным противозачаточным средством).

Другой гормон, выделяемый передней долей гипофиза, называется гормоном роста. Его роль, как показывает его название,— способствовать нормальному росту, что особенно важно в период детства и юности; однако гормон продолжает играть некоторую роль и в дальнейшей жизни человека, так как он определяет, как ткани организма должны использовать углеводы.

Внизу: Рисунок показывает расположение щитовидной железы в отношении к окружающим структурам в горле — адамову яблоку и трахее. На увеличенном рисунке показан срез щитовидной железы, где ясно видны клетки, выделяющие и хранящие важный гормон тироксин.

Щитовидная железа

Щитовидная железа расположена на шее, чуть ниже уровня гортани. В железе́ имеются две доли, которые лежат впереди и по обе стороны трахеи, где она проходит вниз по передней части шеи. Две доли соединены маленьким мостиком из ткани, и там может находиться меньшая по размеру центральная доля, называемая пирамидальной. Вес железы у взрослого человека около 20 г.

Функция щитовидной железы — вырабатывать гормон тироксин. Если посмотреть на железу под микроскопом, можно увидеть множество маленьких пузырьков (фолликул); это кусочки ткани, содержащей скопления коллоида — белкового вещества, с которым гормон щитовидной железы связан и из которого может быть освобожден ферментами.

Невозможно связать действие тироксина с каким-либо одним процессом. Гормон выделяется из железы и затем, очевидно, берется из крови во все клетки организма. На поверхности ядра клетки имеется рецептор, реагирующий на этот гормон. Общий эффект гормона — увеличение объема энергии, которую использует клетка; он также увеличивает количество протеина, вырабатываемого клеткой.

Хотя точная роль гормона в клетке неизвестна, он необходим для поддержания жизни.

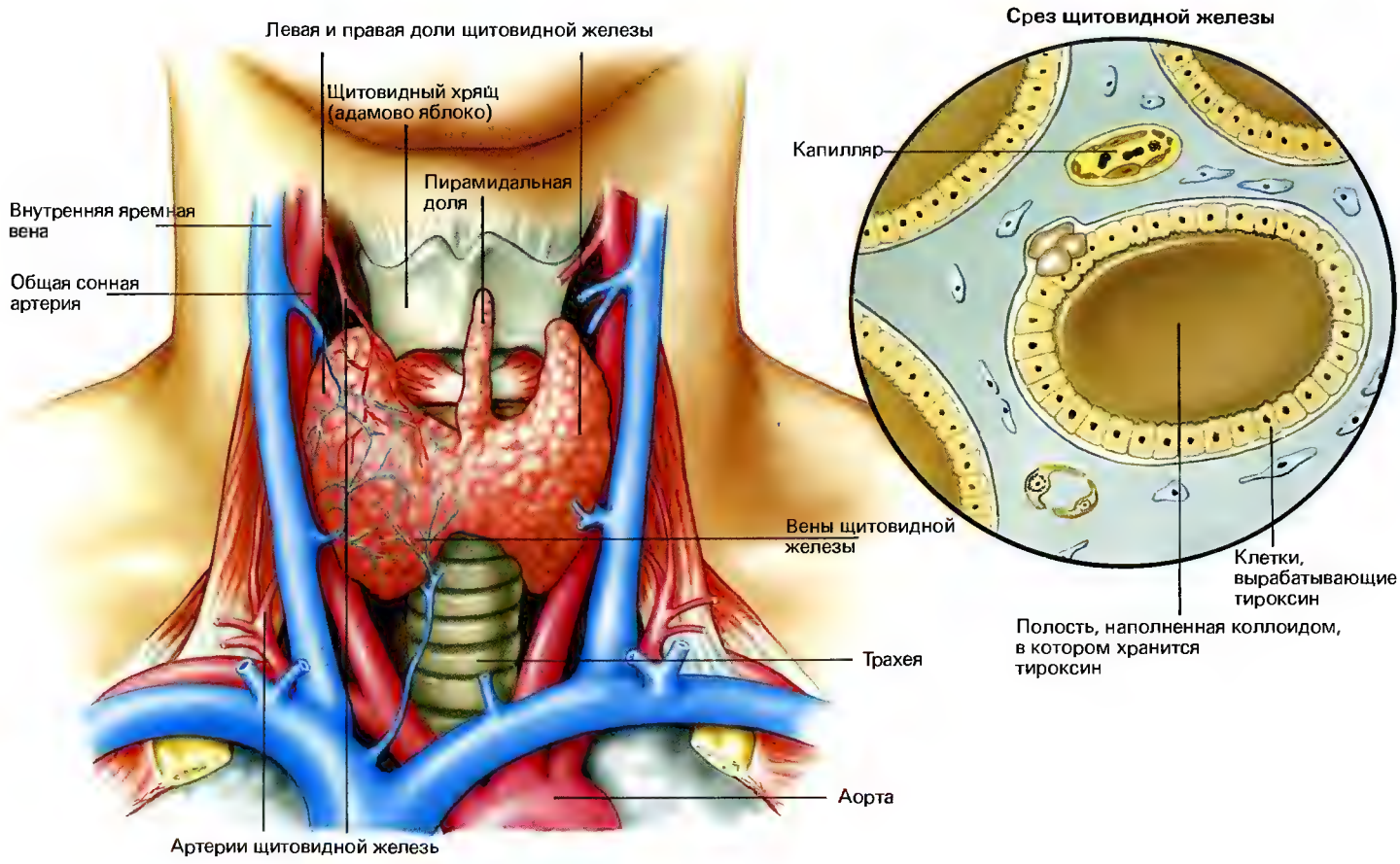
Щитовидная железа содержит йод, который жизненно необходим для ее деятельности. Это единственный орган тела, нуждающийся в йоде, и щитовидная железа весьма действенно улавливает из крови весь доступный йод. Отсутствие йода в пищевом рационе приводит к нарушению функций щитовидной железы и ее разрастанию — состоянию, называемому эндемическим зобом.

Как и многие другие эндокринные железы, щитовидная железа находится под контролем гипофиза. Когда гипофиз вырабатывает тиреотропный гормон, он увеличивает объем гормона, который выделяется из железы. Объем тиреотропного гормона, произведенного гипофизом, увеличивается, если количество тироксина, циркулирующего в системе, уменьшается, и наоборот, становится меньше, если показатель тирокеина растет, что в конечном счете приводит к относительно постоянному уровню гормона щитовидной железы в крови.

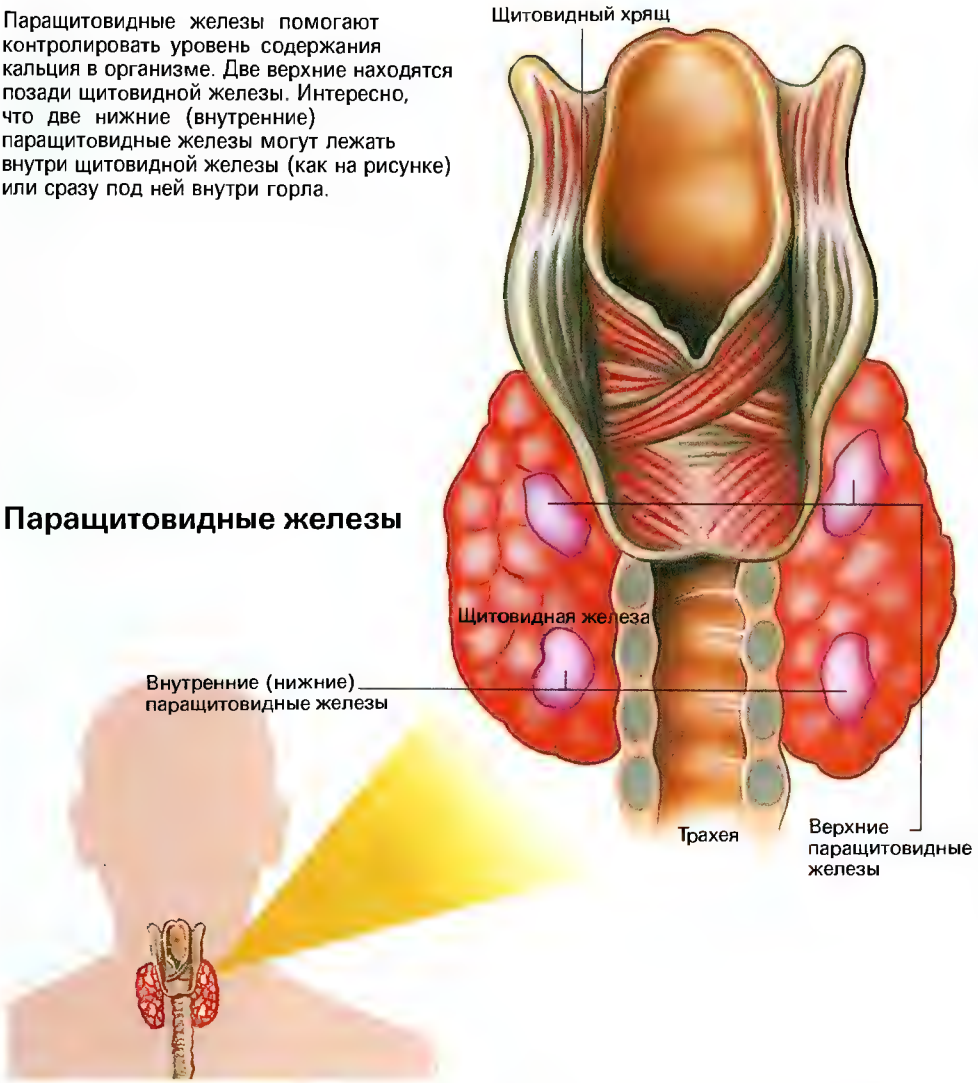
Сам гипофиз находится под влиянием гипоталамуса, и объем произведенного тиреотропного гормона будет увеличиваться, если происходит выделение из гипоталамуса вещества, называемого ТВГ (гормон, способствующий выделению тиреотропного гормона).

Ситуация осложняется еще и тем, что гормон щитовидной железы вырабаты-

Щитовидная железа



Паращитовидные железы помогают контролировать уровень содержания кальция в организме. Две верхние находятся позади щитовидной железы. Интересно, что две нижние (внутренние) паращитовидные железы могут лежать внутри щитовидной железы (как на рисунке) или сразу под ней внутри горла.



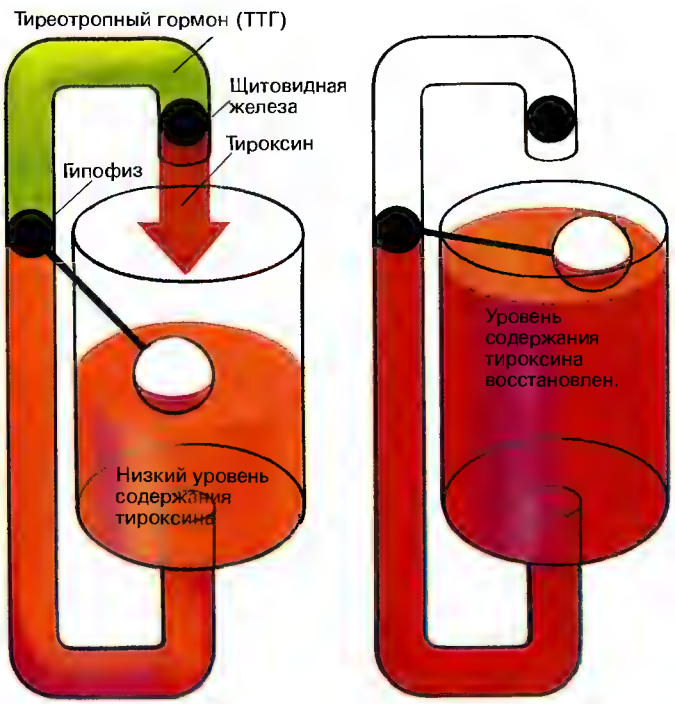
Паращитовидные железы

Паращитовидные железы — это четыре маленькие железы, расположенные позади щитовидной железы. Они играют главную роль в контроле за уровнем содержания в организме кальция. Кальций — необходимый для жизни минерал не только потому, что это главный структурный элемент при образовании костей и зубов, но также и потому, что он играет основную роль в работе мышц и нервных клеток. Уровень содержания кальция в организме должен поддерживаться в постоянных пределах, иначе мышцы перестанут работать и могут случиться судороги. Вот тут в дело вступают паращитовидные железы: они сохраняют уровень кальция в равновесии. Абсорбция кальция в кровь контролируется витамином Д, который человек получает из солнечных лучей и некоторых видов пищи, и важным гормоном, выделяемым паращитовидными железами; этот гормон называется паратгормоном. Если уровень содержания кальция слишком низкий, паращитовидные железы выделяют повышенное количество гормона, который берет кальций из костей, чтобы повысить его уровень в крови. И наоборот, если кальция слишком много, паращитовидные железы уменьшают или совсем прекращают выделение паратгормона, таким образом снижая уровень содержания кальция.

Паращитовидные железы так малы, что их трудно обнаружить. Две верхние расположены позади щитовидной железы; две нижние могут практически быть

вается в двух вариантах, в соответствии с числом атомов йода, содержащихся в них. Большая часть выделяемого из железы гормона — в форме тетрайодотиронина, содержащего четыре атома йода и известного как Т4. Однако активным гормоном на уровне клетки является трийодотиронин, содержащий три атома йода и известный как Т3. Хотя железа выделяет некоторое количество Т3 в кровь, основной ее продукт — Т4, и в тканях он превращается в Т3. Иногда ткани вместо этого создают неэффективное соединение, называемое «обратный Т3». Это означает, что в тканях будет более низкая активность гормона щитовидной железы, даже если в крови уровень содержания гормона будет нормальным.

Взаимодействие между гипофизом и щитовидной железой



Когда уровень содержания гормона щитовидной железы опускается (рисунок слева), гипофиз начинает выделять ТТГ (тиреотропный гормон). Когда количество гормона щитовидной железы становится достаточным (рисунок справа), гипофиз перестает выделять ТТГ

внутри щитовидной железы или иногда под ней внутри горла.

Поджелудочная железа

Поджелудочная железа, одна из самых больших желез в организме человека, на самом деле представляет собой две железы в одной. Почти все ее клетки заняты секрецией. Это эндокринная железа, выделяющая гормоны, самый важный из которых — инсулин. Это также и экзокринная железа, выделяющая секрет в кишку (или другую полость в организме) больше, чем в кровь.

Поджелудочная железа расположена поперек верхней части брюшной полости, перед позвоночником и поверх аорты и полой вены (главной артерии и главной вены тела человека). Двенадцатиперстная кишка обернута вокруг головки поджелудочной железы. Остальная часть двенадцатиперстной кишки состоит из тела и хвоста, которые вытягиваются влево по позвоночному столбу.

Основные структуры в поджелудочной железе — ацинусы (дольки); это скопления выделяющих секрет клеток вокруг слепого конца маленького протока. Каждый проток соединяется с протоками от других долек до тех пор, пока все они в конце концов не соединятся с главным протоком, идущим по центру поджелудочной железы. Среди долек находятся маленькие группы клеток, называемые «островками Лангерганса» (панкреатическими островками): они-то и представляют «другую жизнь» поджелудочной железы в качестве эндокринного органа, выделяющего инсулин, который необходим для постоянного контроля за уровнем содержания сахара.

«Островки» также вырабатывают гормон — глюкагон, который способствует скорее поднятию, чем снижению, уровня сахара в крови. Точное назначение глюкагона не ясно.

Назначение инсулина — сохранять содержание сахара в крови на нормальном уровне. Недостаток этого гормона вызывает диабет — заболевание, которое лечится инъекциями инсулина, взятого у животного или произведенного искусственным путем.

Если уровень содержания сахара в крови начинает расти выше определенных границ, «островки Лангерганса» реагируют выделением инсулина в кровь. Инсулин ликвидирует влияние таких гормонов, как кортизон и адреналин, которые повышают уровень содержания сахара в крови.

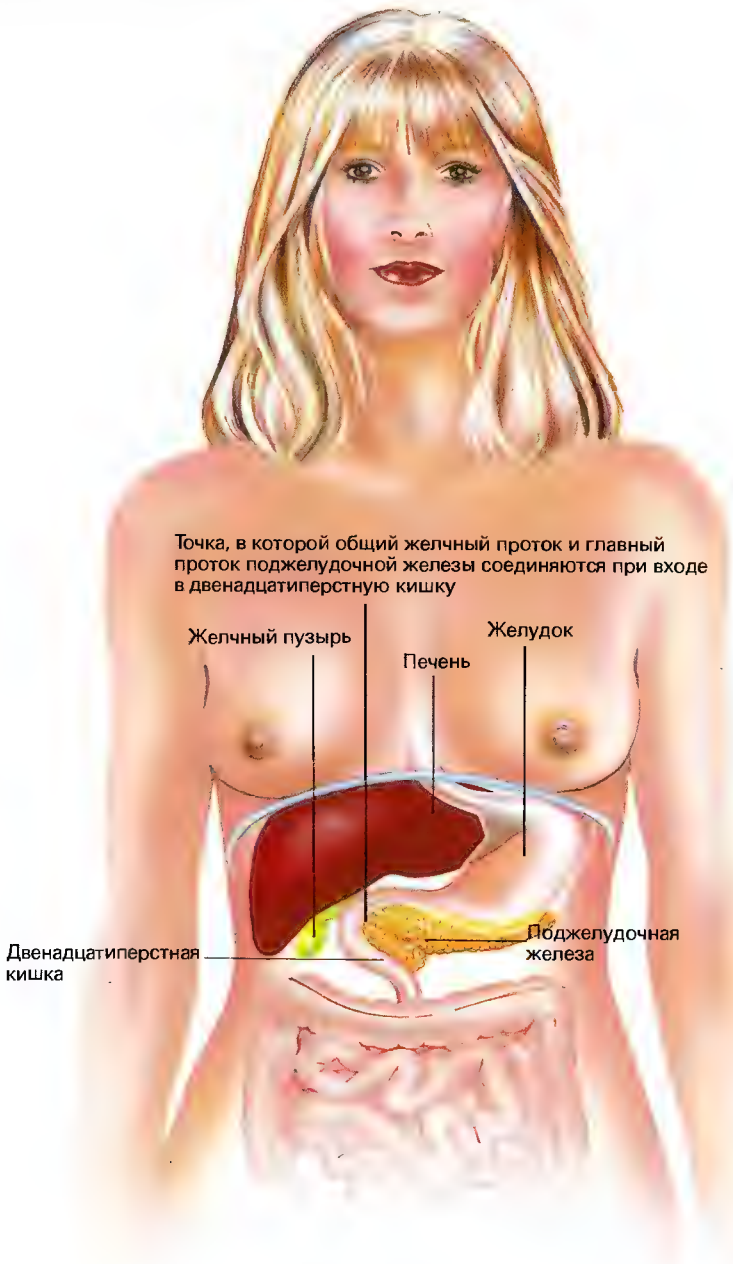
Инсулин проявляет свое действие тем, что дает возможность сахару перейти из крови в клетки тела, где он используется в качестве «топлива» (сгорает). Но если инсулина нет, сахар из крови не может превращаться в топливо для клеток, и возникает диабет.

Есть два типа диабета. Первый тип — сахарный диабет — известен как просто диабет. Второй тип — несахарный диабет — встречается редко и возникает в связи с нарушениями функций гипофиза в черепе. У большинства больных диабетом недостаток инсулина объясняется нарушениями функций поджелудочной железы — разрушением клеток, вырабатывающих инсулин. Никто точно не знает, как происходит разрушение, этому вопросу посвящаются многочисленные исследования. Похоже, что некоторые люди склонны к диабету, и какой-то фактор, возможно, инфекция, провоцирует заболевание.

Форма диабета, которая развивается внезапно из-за полного отсутствия или серьезного недостатка инсулина, обычно бывает у молодых людей или детей, ее часто называют «юношеским диабетом». К счастью, этот вид диабета лечится инъекциями инсулина, произведенного из поджелудочных желез крупного рогатого скота и свиней.

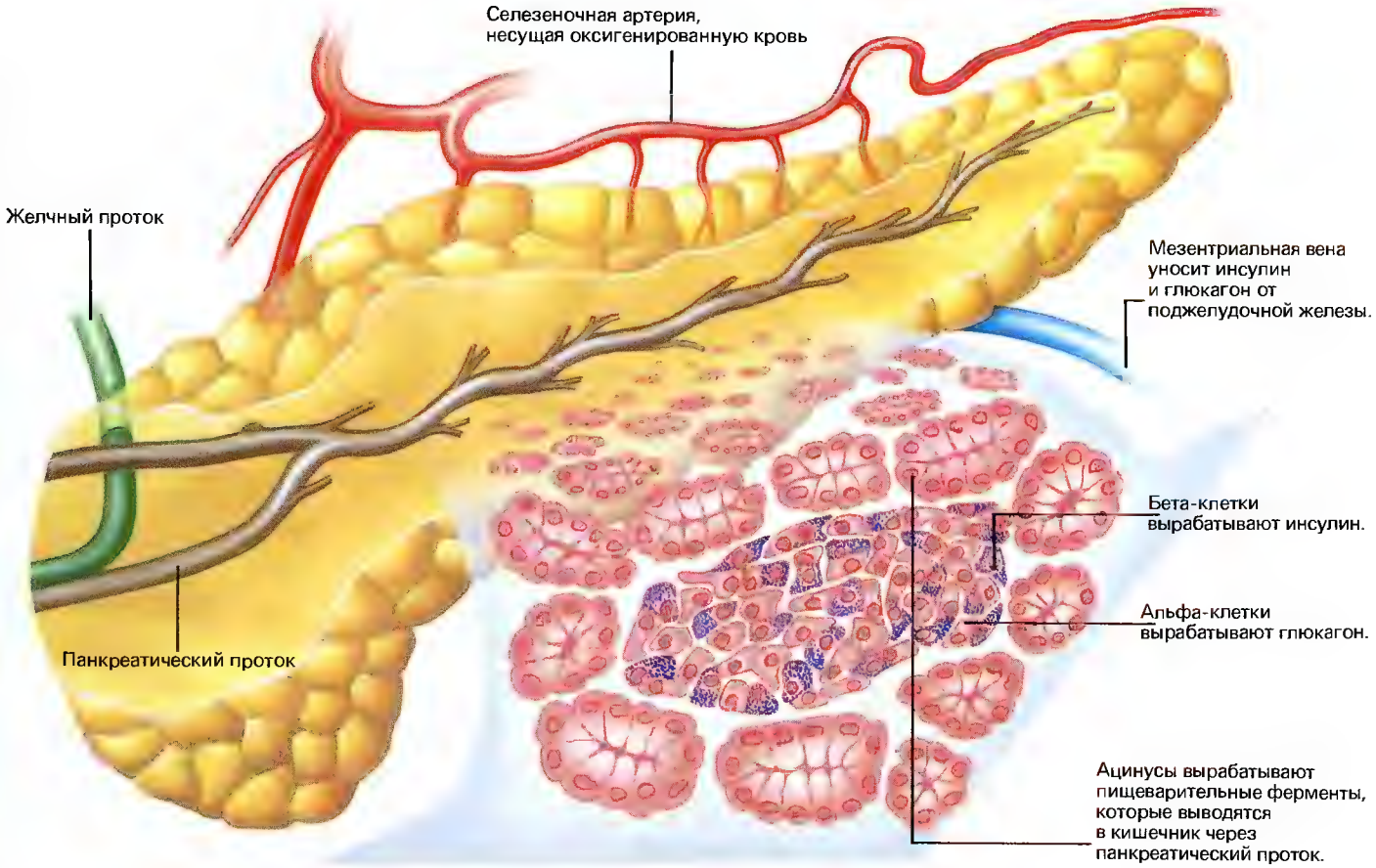
Однако большинство диабетиков страдают от так называемого диабета зрелого возраста. В этом случае поджелудочная железа выделяет инсулин, часто в нор-

Расположение поджелудочной железы



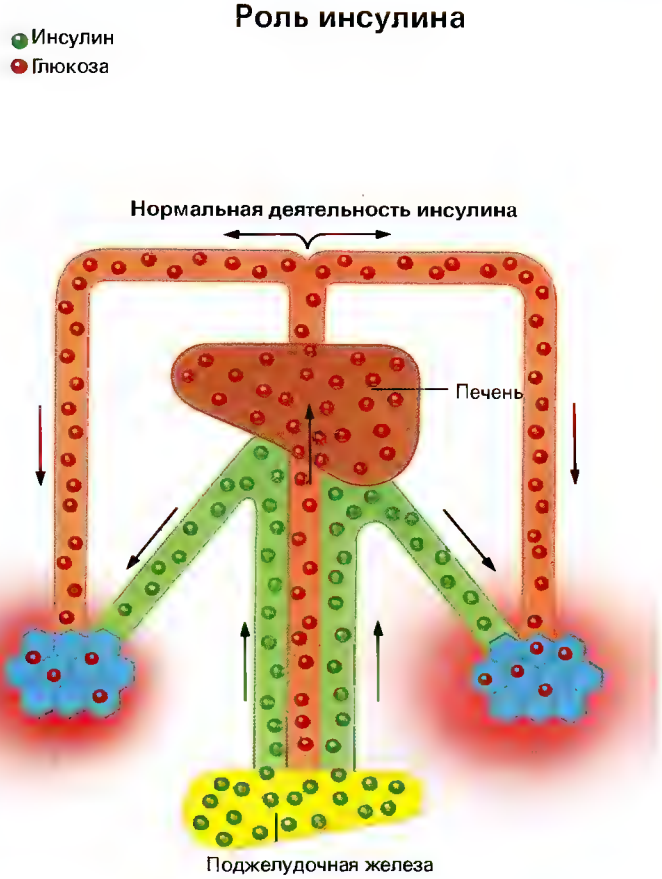
Поджелудочная железа играет двойную роль: она вырабатывает гормоны инсулин и глюкагон, которые способствуют сохранению нормального баланса сахара в крови. У этой железы есть также важная функция в пищеварении, так как она выделяет пищеварительные ферменты в тонкий кишечник.

Как в организме вырабатывается инсулин



Сверху: Гормоны инсулин и глюкагон вырабатываются в островках Лангерганса. Они попадают в поток крови через мезентериальную вену и контролируют баланс сахара в организме. Недостаток инсулина вызывает диабет; лечение восполняет недостаток инсулина.

Роль инсулина



Слева: Когда поджелудочная железа вырабатывает инсулин, это помогает глюкозе (в которой нуждаются клетки тела, сжигающие ее для производства энергии) накапливаться в печени. Если клеткам тела потребуется больше энергии, а значит, и больше глюкозы, эта глюкоза выделится, а инсулин поможет клеткам ее использовать.

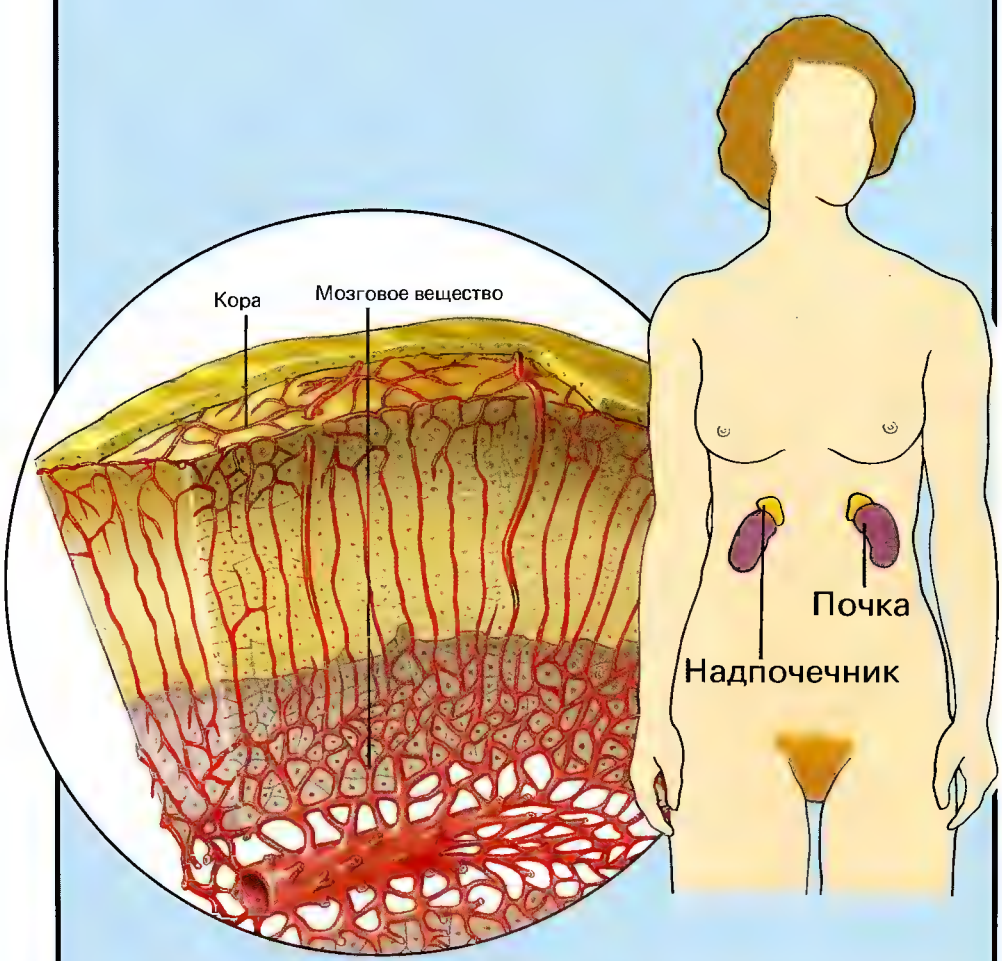
мальном объеме, но ткани организма становятся чувствительными к его действию, и именно это приводит к высокому уровню содержания сахара в крови.

Заболевание часто идет рука об руку с ожирением (проблемой избыточного веса), тогда его лечат диетой, чтобы уменьшить сахарную нагрузку. Обычно наряду с диетой больной принимает таблетки, стимулирующие поджелудочную железу выделять больше инсулина.

В действительности, к сожалению, существует смешение этих двух типов диабетов. Некоторые взрослые и даже дети страдают диабетом зрелого возраста, в то время как пожилые пациенты иногда нуждаются в дополнительном инсулине,

Гормоны надпочечников и их применение

источник	гормон	функции
мозговое вещество надпочечника	адреналин	Готовит тело к физическому действию.
	норадреналин	Поддерживает постоянное кровяное давление.
кора надпочечников	альдостерон	Регулирует выброс соли почками. Сохраняет баланс соли (натрий) и калия. Играет роль в использовании организмом углеводов.
	кортизон	Стимулирует производство и хранение глюкозы.
	половые гормоны	Дополняет половые гормоны, выделяемые половыми железами.



чтобы снизить уровень содержания сахара в крови.

Надпочечники

Надпочечники расположены непосредственно над почками, где они сидят, как колпачки, на верхушке каждой почки. Каждая железа состоит из двух четко различимых частей: внутреннего мозгового слоя и внешней оболочки, называемой корой. Эти части выделяют разные гормоны, каждый из которых имеет собственную функцию.

Мозг, или ядро, надпочечников — это часть железы, которая выделяет адреналин и близко родственный ему норадреналин. Вместе их называют гормонами «сражайся и убегай», потому что они готовят тело к сверхусилию, которое необходимо при встрече с опасностью, для преодоления стресса и выполнения трудной задачи.

Мозговое вещество надпочечника тесно связано с нервной системой. Это необходимо для железы, отвечающей за подготовку организма к началу неожиданного действия.

В настоящее время опасности и стрессы, с которыми человек сталкивается, могут быть как психологическими, так и физическими, но в любом случае в организме возникает одинаковая физическая реакция. Происходит выброс адреналина, который заставляет сердце биться чаще и мощнее. Это поднимает кровяное давление, но в то же время, сужая кровеносные сосуды у поверхности тела и в кишках, направляет поток крови к сердцу — вот почему человек «белеет от страха». Адреналин также превращает гликоген, хранящийся в печени и мышцах, в глюкозу, необходимую для дополнительной энергии.

Когда опасность минует или стресс снимается, производство адреналина сокращается и организм приходит в нормальное состояние. Однако если опасность или стресс являются постоянными или если человек в течение длительного времени перевозбужден или находится в состоянии стресса, тело остается готовым к действию, со временем это может привести к заболеваниям, связанным со стрессами.

Кора надпочечников

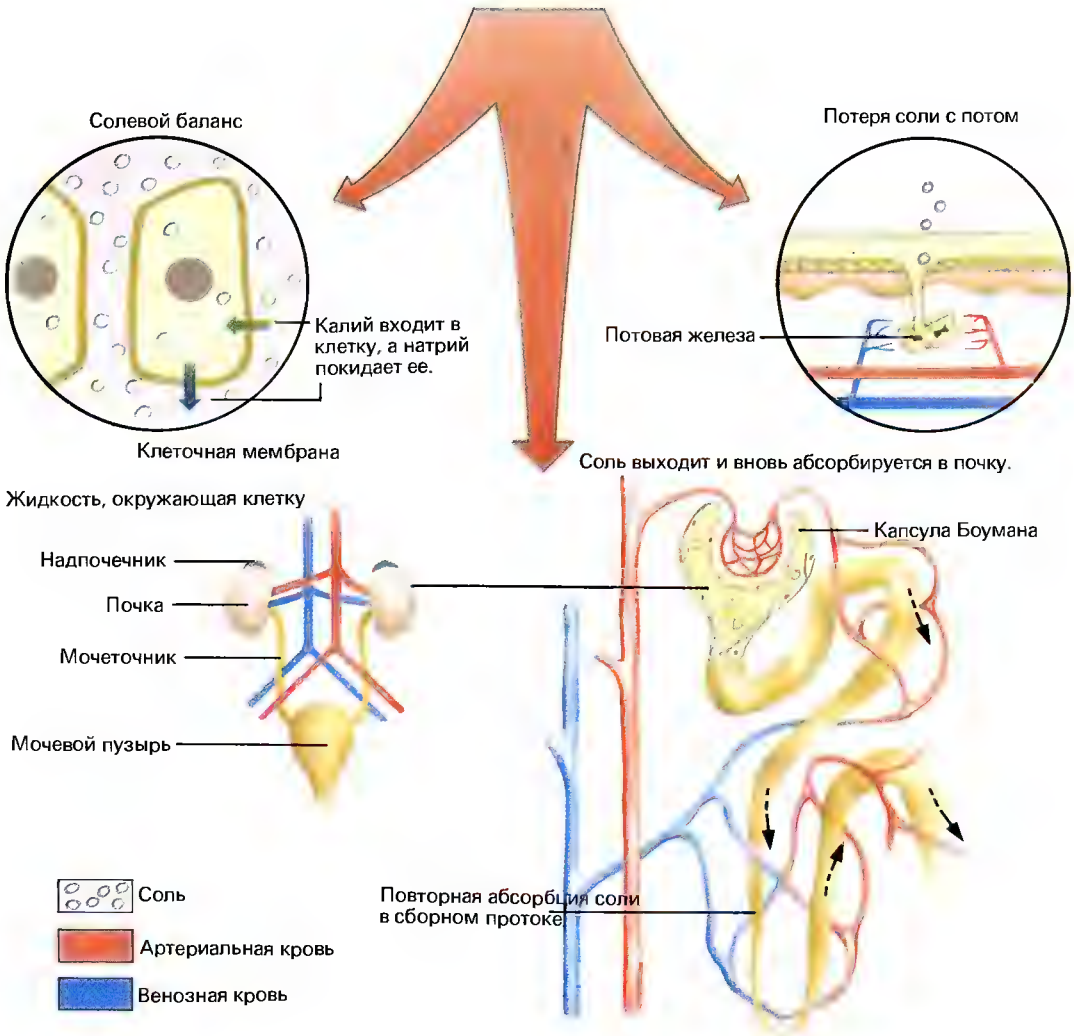
Завернутая вокруг ядра надпочечника, кора надпочечника выделяет несколько гормонов, известных как стероиды, самые важные из них — альдостерон и кортизон.

Альдостерон. Есть три типа стероидов, каждый из которых выполняет совершенно отличную от других функцию. Первый тип — солевые и водные гормоны, они способствуют задержанию жидкости в организме. Главный гормон в этой категории — альдостерон, который действует как химический посланец и передает почкам команду уменьшить объем соли, теряющейся с мочой.

Соль определяет объем циркулирующей крови, которая в свою очередь влияет на эффективность работы сердца как насоса. Каждая молекула соли в организ-

Хлористый натрий, или соль,— жизненно важная часть жидкости, омывающей клетки; он также определяет объем крови, циркулирующей в организме. Почки поддерживают баланс между количеством соли, выбрасываемой мочой и потом, и солью, оставшейся в теле. Эта деятельность контролируется гормоном надпочечника альдостероном, который дает команду почкам уменьшить количество выбрасываемой с мочой соли, если уровень содержания соли падает слишком низко. Большая часть натрия в соли находится вне клеток во внеклеточной жидкости. Он (натрий) сохраняется там механизмом, называемым натриевым насосом. Натрий выкачивается из клетки, а сопутствующий калий держится внутри; ситуация необходима для передачи импульсов через мембрану клетки.

Как осуществляется контроль за уровнем содержания соли



ме сопровождается большим количеством молекул воды. Это означает, что при большой потере соли организм теряет еще больший объем воды, а это уменьшает объем и давление циркулирующей крови. В результате сердце испытывает трудности в прокачке достаточного количества крови по всему телу.

Выделение альдостерона контролируется гормоном ренином, вырабатываемым почками. Система работает как качание на доске: когда альдостерона мало, почки вырабатывают ренин, и уровень гормона повышается; когда уровень альдостерона слишком высок, почки снижают свою активность и количество гормона в крови возвращается к нормальному уровню.

Кортизон. Сахарные гормоны, из которых самым важным является кортизон, отвечают за подъем уровня содержания глюкозы в крови. Глюкоза — главное топливо организма; когда возникает нужда в дополнительном объеме ее, как например в период стрессов, кортизон вызывает превращение белка в глюкозу.

Многие гормоны действуют в направлении увеличения уровня содержания сахара в крови, но кортизон — самый важный гормон. В противоположность этому существует лишь один гормон, который снижает уровень содержания сахара,— это инсулин. По причине такого дисбаланса возможно возникновение недостатка инсулина, выражающееся в заболевании, известном как диабет, которое лечится инсулином в форме таблеток или инъекций.

Кортизон не только играет ключевую роль в процессе метаболизма, он также жизненно необходим для функционирования иммунной системы, защищающей организм от болезней и травм. Но если нормальный уровень кортизона поднимается в результате лечения (например, предотвращения отторжения после трансплантации), сопротивляемость против инфекции понижается. Естественным путем организм не вырабатывает избыточное количество кортизона.

Половые гормоны. Последняя группа гормонов, вырабатываемых надпочечниками,— это половые гормоны. Они выделяются мозговым веществом надпочечника и дополняют шесть гормонов, вырабатываемых в еще больших количествах гонадами — мужскими и женскими половыми железами.

Главный мужской половой гормон, присутствующий также в женском организме, но в меньшей степени,— тестостерон, который контролирует размер мышц. Анаболические стероиды — это синтетические дериваты мужских половых гормонов; есть у них и другие качества.

Контроль за кортизоном

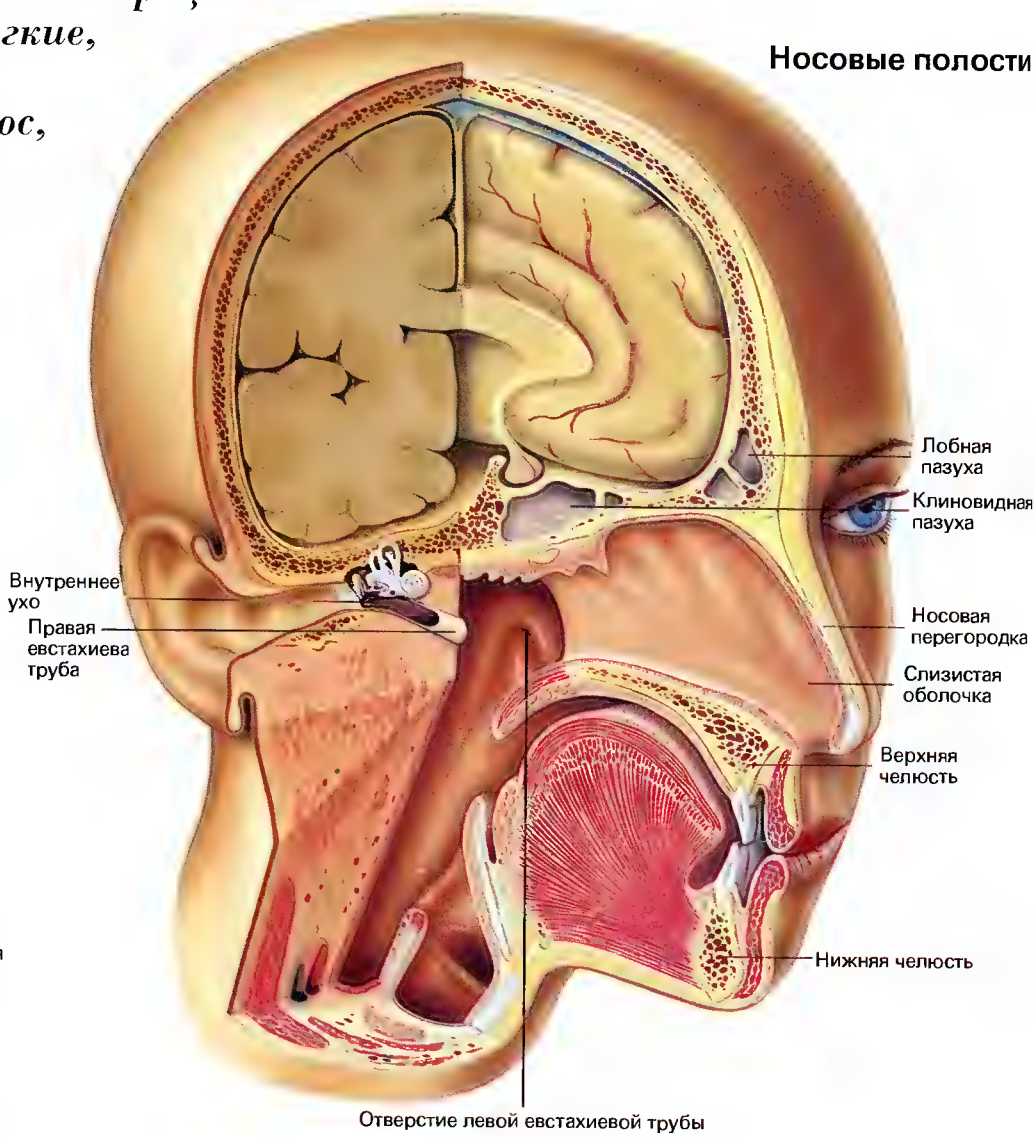
Кортизон настолько важен для функционирования организма, что его выделение нуждается в строгом контроле. Механизм, который регулирует его выделение, а также выделение стероидов,— это гипофиз.

Гипофиз выделяет гормон АКТГ, который стимулирует производство кортизона, и так же, как с гормонами ренин и альдостерон, АКТГ и кортизон работают по принципу качания на доске; это называется механизмом обратной связи. Когда уровень кортизона слишком низок, гипофиз выделяет АКТГ, и уровень повышается; когда он слишком высок, гипофиз замедляет свою деятельность, и уровень кортизона падает.

ГЛАВА 6

СИСТЕМА ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ

Кислород — единственный самый важный элемент, от которого зависит жизнь человека. Он нужен каждой клетке и каждой ткани тела, они превращают его в энергию, необходимую для поддержания жизни. Кислород попадает в организм, когда человек делает вдох; побочные продукты выводятся из организма, когда человек выдыхает. В этом процессе — дыхании — заняты легкие, диафрагма и верхние дыхательные пути: нос, рот, гортань, глотка и трахея.



Справа: Две полости носа, которые заканчиваются внизу ноздрями, называются обонятельными (носовыми) ямками. Посередине они разделены перегородкой. Третья полость в задней стенке глотки разделена на три части — прохода. Диаграмма показывает положение евстахиевых труб по отношению к носовым полостям.

Нос

Нос является не только органом обоняния; это естественный вход, через который воздух попадает в организм при нормальном процессе дыхания. Кроме того, нос служит защитным устройством от таких внешних раздражителей, как пыль, которая обычно выбрасывается при чихании и поэтому не имеет возможности вредить легким.

Внешняя часть носа состоит частично из костной ткани, частично из хрящей. Две носовые кости, по одной с каждой стороны, выступают вниз и образуют мост между глазами. Продолжая кости, носовые хрящи и хрящи ноздрей придают носу твердость, форму и гибкость.

Внутри нос разделен на две узкие полоски перегородкой, идущей спереди назад. Эта перегородка состоит из кости и хряща. Она покрыта мягкой и тонкой слизистой оболочкой, которую продолжает выстилка в ноздрях. Сами ноздри изнутри покрыты жесткими волосками, которые растут вниз и защищают вход. Они хорошо видны у некоторых людей, особенно у мужчин.

Две полости, образованные носовой перегородкой, называются обонятельными ямками. Они очень узкие, менее шести миллиметров в ширину. В верхней части ямок находятся тонкие костяные пластинки с многочисленными маленькими рецепторами обонятельного нерва. Когда у человека насморк, эти рецепторы оказываются покрытыми толстым слоем слизи, поэтому обоняние, а также ощущение вкуса ухудшаются.

Меатусы

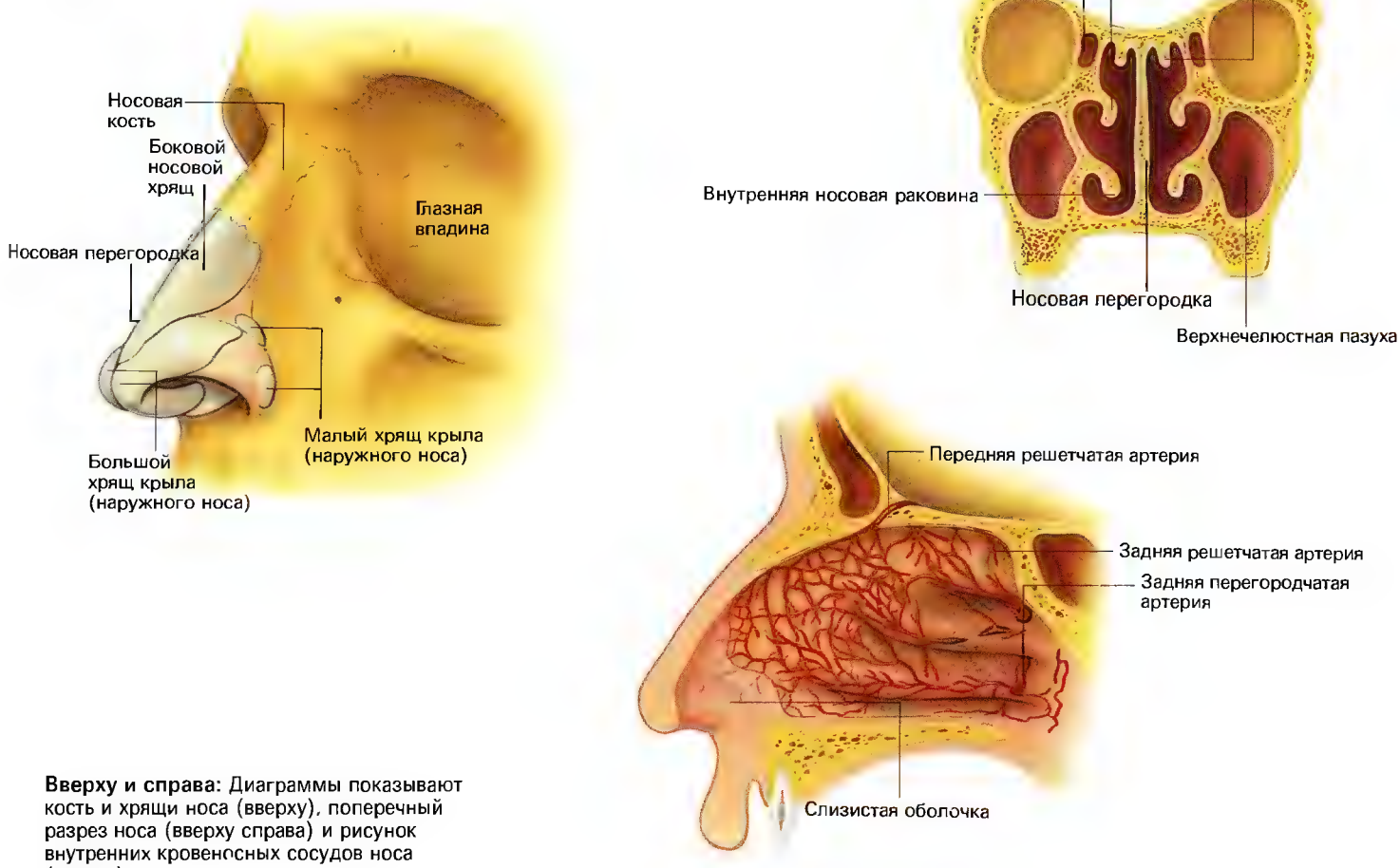
Полость в задней части носа разделена на секции тремя костными выступами, называемыми носовыми раковинами. Эти выступы длинные, тонкие, направлены по длине носа и опускаются вниз на концах. Проход около каждой раковины называется меатусом (носовым ходом). Он выстлан слизистой оболочкой, хорошо снабжаемой кровью; именно здесь вдыхаемый воздух увлажняется и нагревается.

Эта слизистая оболочка выделяет полулитра жидкости (слизи) ежедневно; она вся покрыта тысячами крошечных волосков, называемых ресничками. Слизь и реснички улавливают частицы пыли, реснички передвигают их дальше, а затем они обычно проглатываются.

Синусы (пазухи) — пространства в передней части черепа — соединены с внутренней частью носа. Они расположены позади бровей и позади щек в треугольнике между глазами и носом. Пазухи помогают смягчать последствия ударов в лицо.

Два других прохода открываются в каналы. Слезные каналы отводят слезы из глаз (поэтому человек сморкается, когда плачет). Второй проход — слуховая труба — находится в задней части носа, на стыке с горлом.

Части носа



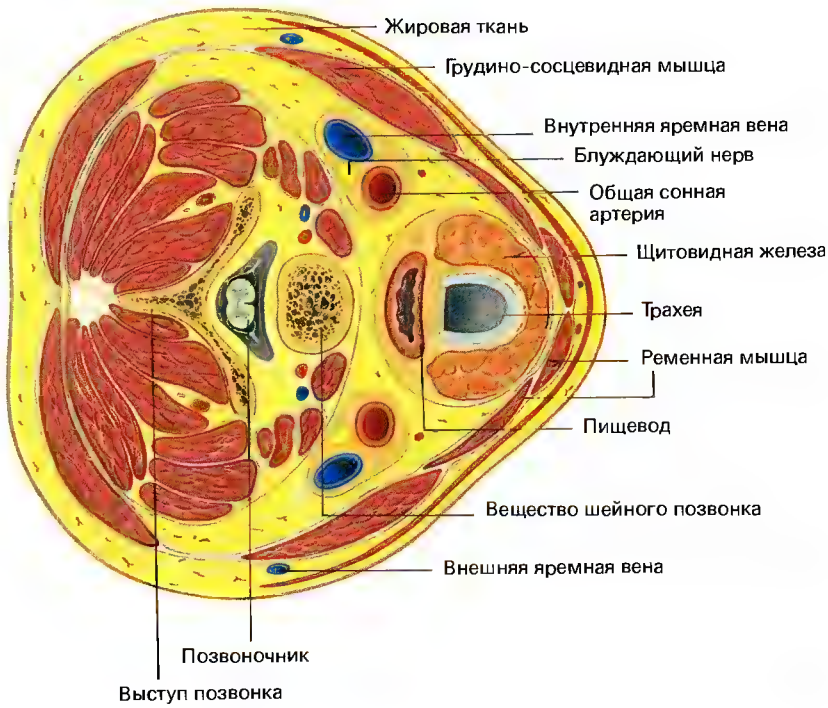
Вверху и справа: Диаграммы показывают кость и хрящи носа (вверху), поперечный разрез носа (вверху справа) и рисунок внутренних кровеносных сосудов носа (справа).

Горло

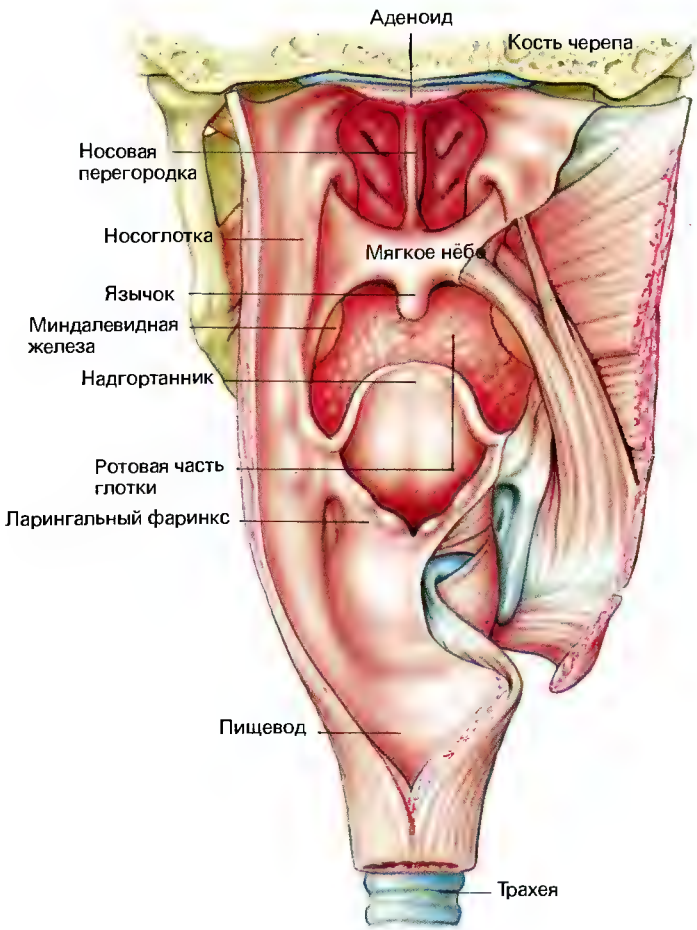
Горло — это термин, популярно используемый для обозначения области, ведущей в дыхательный и пищеварительный тракты. Обычно считается, что горло простирается от носовой и ротовой полостей к пищеводу и трахее. Анатомически эта область описывается как два отдельных участка, фаринкс, глотка, и ларинкс, гортань. Здесь, в атласе, горло рассматривается как ларинкс, фаринкс и трахея, которые вместе с носовой и ротовой полостью образуют верхние дыхательные пути.

Так как горло является совокупностью различных компонентов, у него имеется ряд разнообразных функций. Наиболее очевидная из них — служить каналом для прохождения пищи и жидкости в пищеварительный тракт, а воздуха — для прохождения в легкие; эту задачу выполняет фаринкс. Роль ларинкса в дыхательном процессе сконцентрирована главным образом на голосовых связках, которые могут смыкаться в результате действия мышц, мгновенно перекрывая путь воздуху, например, во время кашля. (Подробно о строении ларинкса и его роли в порождении речи см. с. 61. Части горла, задействованные в процессе пищеварения, рассматриваются в главе 9.)

Разрез горла через шейный позвонок



Строение фаринкса



Фаринкс

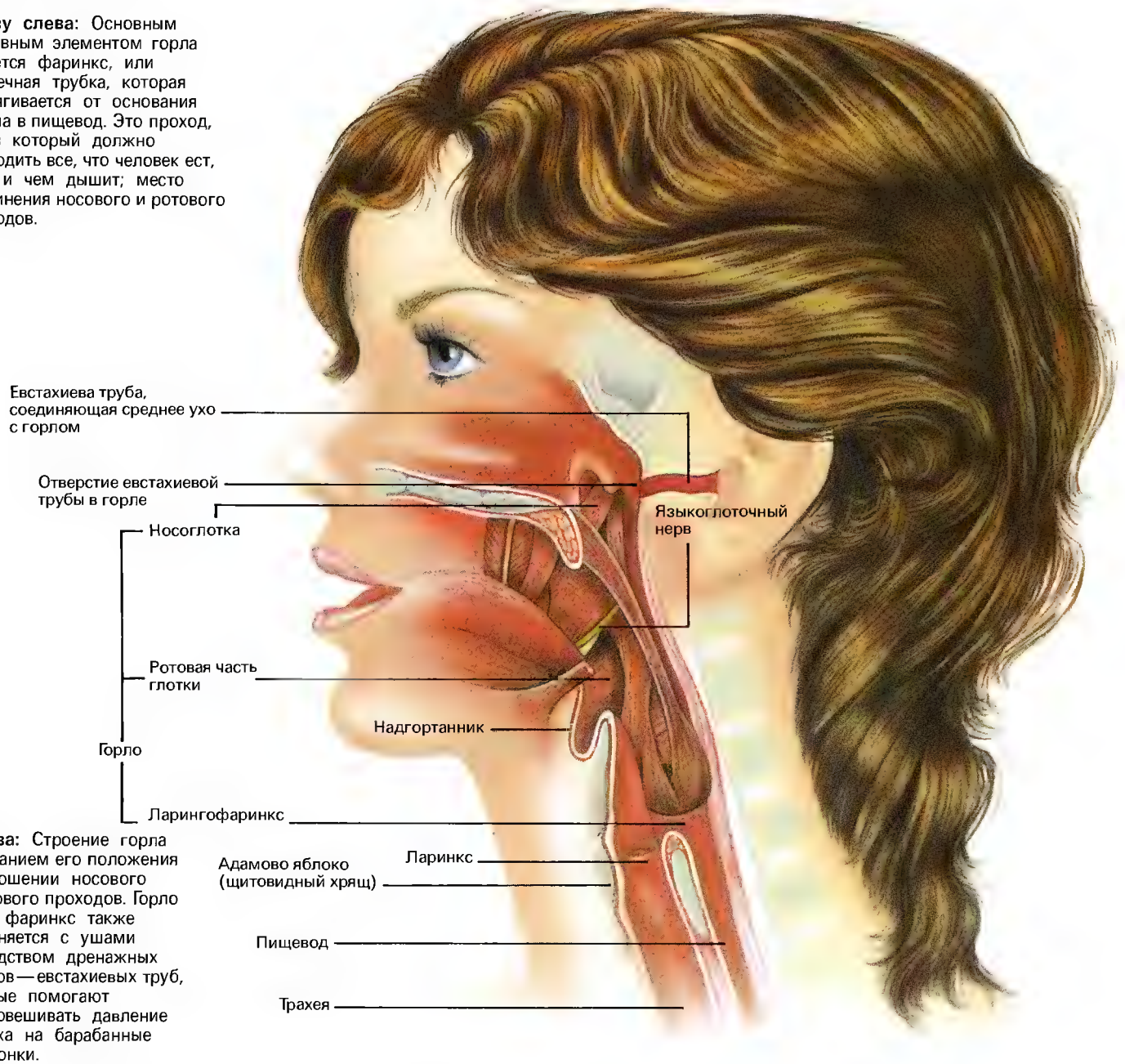
Фаринкс, или глотка, — это область, находящаяся позади ротовой полости и простирающаяся немного вниз внутрь шеи. Глубоко испещренная мышцами, глотка имеет форму перевернутого конуса, вытянутого примерно на 12 см (5 дюймов) сзади свода задней части ротовой полости, где она соединяется с пищеводом.

Кости черепа придают твердость верхней, более широкой части фаринкса; у нижней, узкой части фаринкса его мышцы соединены с эластичными хрящами голосовой коробки, или ларинкса. Внешний тканевый слой фаринкса, продолжающий тканевый покров ротовой полости, имеет железы, вырабатывающие обильную слизь, которая смазывает рот и горло во время приема пищи и говорения.

Анатомически фаринкс разделен на три части в соответствии с их расположением и теми функциями, которые каждая из них призвана выполнять. Верхняя часть — носоглотка — называется так, потому что она находится выше мягкого нёба и образует заднюю область носовой полости. Внизу носоглотка ограничена самим мягким нёбом; движение вверх мягкого нёба прикрывает носоглотку при глотании, не позволяя пище попасть в нос и выйти из носа. Неприятное проявление сбоя в скоординированной работе

Слева: Разрез горла.

Внизу слева: Основным составным элементом горла является фаринкс, или мышечная трубка, которая протягивается от основания черепа в пищевод. Это проход, через который должно проходить все, что человек ест, пьет и чем дышит; место соединения носового и ротового проходов.



Справа: Строение горла с указанием его положения в отношении носового и ротового проходов. Горло через фаринкс также соединяется с ушами посредством дренажных каналов — евстахиевых труб, которые помогают уравновешивать давление воздуха на барабанные перепонки.

этого механизма можно ощутить во время чихания.

На верхней стенке носоглотки находится парное скопление ткани, особенно заметное у детей, которое известно как аденоиды. Носоглотка также имеет отверстие евстахиевой трубы с обеих сторон головы, проход, соединяющий среднее ухо и горло. Этот проход может создавать проблемы, так как микроорганизмы ротовой и носовой полостей, а также горла имеют возможность легко проникать в уши, обычно вызывая инфекционное заболевание среднего уха.

Область фаринкса, находящаяся сзади ротовой полости, ротовая часть фаринкса, является участком пути движения воздуха между ртом и легкими. Сокращения мышц ротовой части фаринкса, более подвижной, чем носоглотка, способствуют образованию звуков речи, которые выходят из ларинкса. С помощью языка эти мышцы также помогают проталкивать пищу вниз к отверстию пищевода. Самые важные органы ротовой части фаринкса — это пользующиеся недоброй славой миндалевидные железы, парное скопление ткани, которые часто вовлечены в болезнь горла, обычную в детском возрасте.

Самый нижний, или ларингальный, отдел фаринкса, всецело задействован в глотании.

Движения фаринкса должны быть согласованными для того, чтобы обеспечить проникновение вдыхаемого воздуха в легкие, а пищи — в пищевод. Такая скоординированность движений достигается сетью нервов — фарингальным сплетением. Его деятельность контролирует нижний отдел мозга, который передает информацию от центров дыхания и глотания выше в мозг.

Трахея

Верхний отдел трахеи расположен в передней части горла и состоит из хрящевых колец, которые не дают смыкаться эластичной ткани. Эту часть трахеи можно легко прощупать пальцами через кожу у основания шеи. У верхнего отдела шеи трахея покрыта щитовидным хрящом, или адамовым яблоком. Отсюда трахея тянется к бронхам. Трахея так же, как носовая полость, покрыта слизистой оболочкой, содержащей клетки с ресницами, которые удерживают проникающие микробы и пыль от попадания в горло и их проглатывания.

Легкие

Оба легких занимают большую часть грудной клетки. Из двух легких правое объемнее, чем левое, так как немалое место в левой стороне грудной клетки занимает сердце. Каждое легкое делится на доли. Правое легкое имеет три доли — верхнюю, среднюю и нижнюю. Левое легкое имеет две доли — верхнюю и нижнюю. Доли отделены друг от друга и имеют на поверхности желобки — борозды.

Легкие образуют достаточно плотную решетку трубок. Самые большие из них — это бронхи, которые в верхнем отделе легких отделяют трахею слева и справа, входя в вещество соответствующего легкого. Внутри легкого бронхи ветвятся на вторичные и третичные бронхи, которые, в свою очередь, делятся на более мелкие трубки, называемые бронхиолами. Бронхиолы заканчиваются воздушными мешочками, называемыми альвеолами.

Вторую систему трубок образуют легочные артерии, которые входят в вещество легких вдоль правого и левого бронхов. Они также делятся на мелкие трубки, или кровеносные сосуды, которые проходят по бронхиолам. На альвеолах они образуют сеть маленьких капилляров.

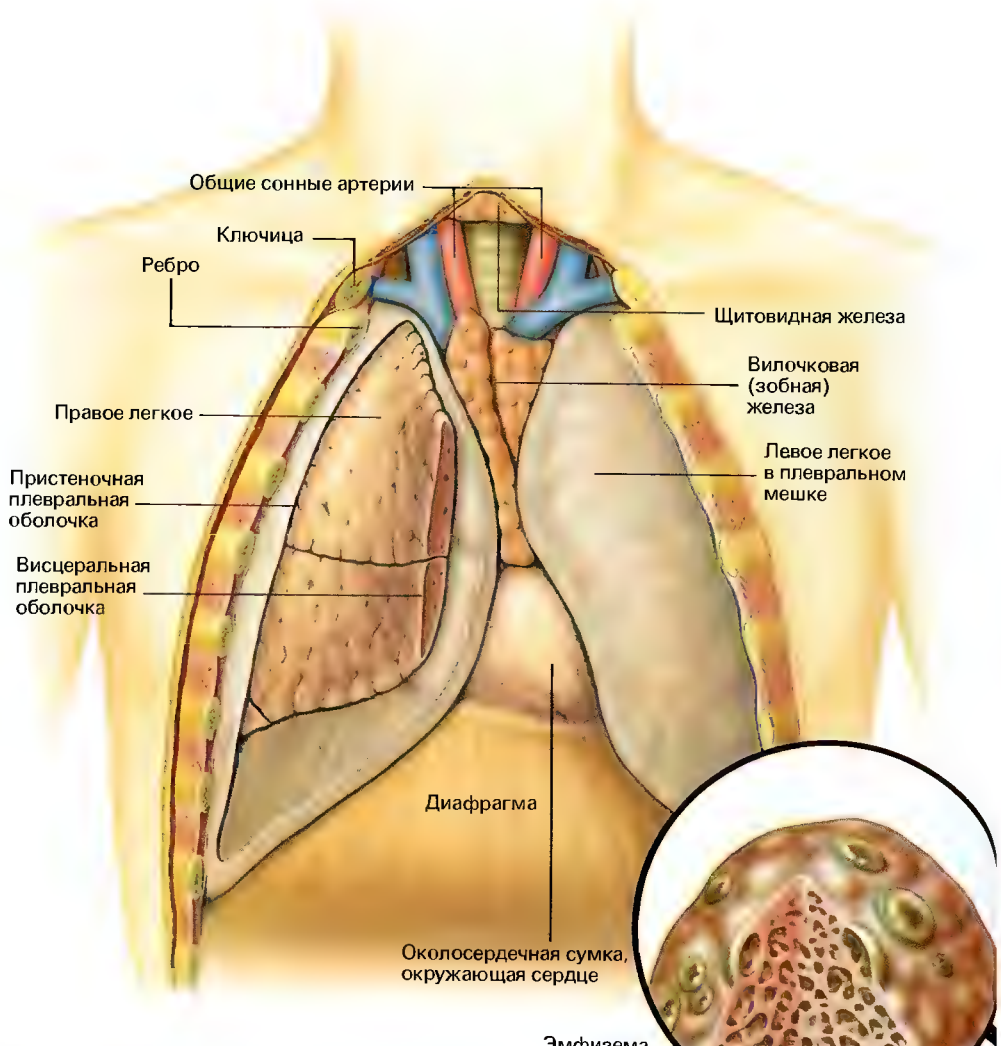
Как работают легкие

Если легкие удалить из груди, он сожмутся, как лопнувшие воздушные шарики. Легкие не сжимаются благодаря поверхностному натяжению. Оно создается жидкостью, выделяемой тонкой плевральной оболочкой, которая покрывает легкие и стенки грудной полости. Для сравнения можно представить две пластинки стекла. Если они сухие и лежат друг на друге, их легко разъединить, но если они мокрые, поверхностное напряжение, создаваемое водой, склеивает их. Точно так же, когда тонкий слой жидкости отделяет легкие от стенок грудной полости, легкие остаются несжатыми. Когда грудная клетка расширяется, легкие вытягиваются, и воздух проникает в альвеолы.

Когда человек производит выдох, реберные мышцы полностью расслабляются. При полном расслаблении легкие быстро возвращаются в прежнее состояние, если только человек намеренно не будет удерживать их пустыми. Если воздух попадет между легкими и стенкой грудной полости, поверхностное напряжение нарушится и легкие порвутся.

Плевра

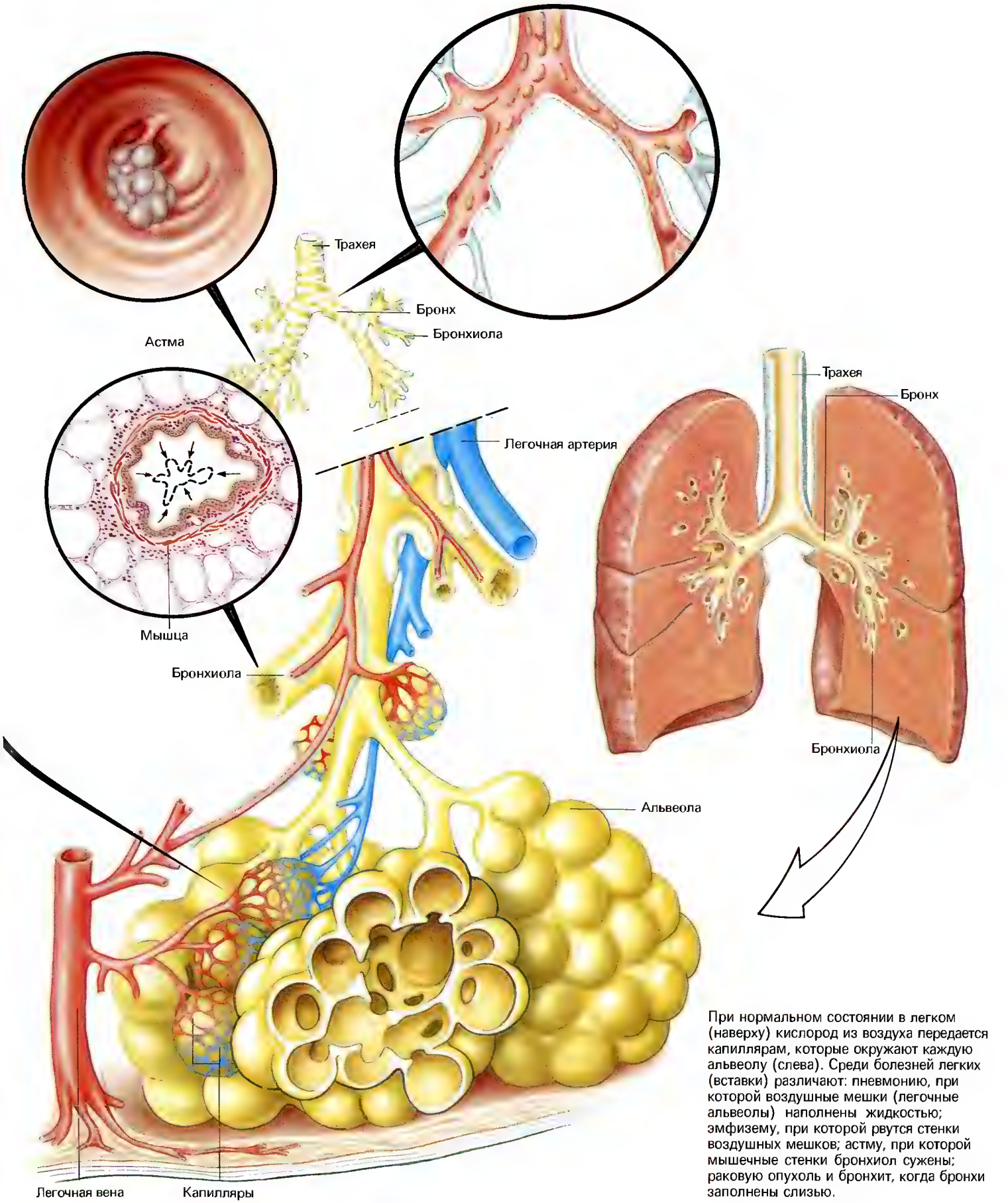
В легких имеются два вида плевральных оболочек: внутренняя, или висцеральная, плевра, и внешняя, или пристеночная, плевра. Висцеральная плевра покрывает самое легкое, заходя в его борозды. Пристеночная плевра изнутри покрывает стенки грудной полости. Эти две оболочки стыкуются только у ворот легкого — там, где легкое соединяется с трахеей бронхом и с сердцем легочными кровеносными сосудами. Во всех других случаях плевральные оболочки отделены друг от друга.



У здоровых людей висцеральная и пристеночная плевральные оболочки постоянно взаимодействуют: между ними происходит скользящее трение во время движения легких в процессе дыхания. Безусловно, между двумя оболочками имеется определенное пространство. У здоровых людей это «потенциальное» пространство минимально: его хватает только на то, чтобы вместить незначительное количество жидкости, которая смазывает оболочки, смягчая трение между ними. Однако в случае плеврита пространство между оболочками может заполниться большим количеством жидкости; данное состояние называется плевральным излиянием.

В отличие от легкого плевра снабжена болевыми окончаниями; именно эта боль характеризует наличие плеврита. Любое воспаление делает плевру влажной, и боль усиливается при трении между висцеральной и пристеночной плеврой во время дыхания.

Строение легкого и его повреждения



При нормальном состоянии в легком (наверху) кислород из воздуха передается капиллярам, которые окружают каждую альвеолу (слева). Среди болезней легких (вставки) различают: пневмонию, при которой воздушные мешки (легочные альвеолы) наполнены жидкостью; эмфизему, при которой рвутся стенки воздушных мешков; астму, при которой мышечные стенки бронхиол сужены; раковую опухоль и бронхит, когда бронхи заполнены слизью.

Дыхание

Когда человек спит или бодрствует, частота дыхания составляет в среднем 12 раз в минуту; за 24 часа человек вдыхает и выдыхает более 800 литров (282 кубических фута) воздуха. Во время тяжелых физических упражнений дыхание учащается до 80 раз в минуту.

Целью вдыхания и выдыхания такого значительного количества воздуха является намерение заставить легкие выполнять две функции: извлекать из воздуха кислород, необходимый для поддержания жизнедеятельности организма, и высвобождать двуокись углерода — продукт обмена внутренних химических процессов.

Кислород составляет пятую часть вдыхаемого человеком воздуха; работа же легких, сердца и кровеносных сосудов заключается в том, чтобы донести кислород из воздуха к тканям тела, где он необходим для выработки энергии, требуемой для поддержания жизненных сил организма.

Подобно тому, как двигатель автомобиля сжигает бензин с кислородом, а для горения угля необходимы уголь и кислород, чтобы обогреть помещение, точно так же и клетки организма используют кислород: они сжигают свое топливо (которое обычно выступает в виде сахара) вместе с кислородом и производят энергию. Продукты обмена данной химической реакции в клетках организма и в двигателе автомобиля одни и те же: это двуокись углерода и вода.

Хотя некоторые клетки организма способны функционировать какое-то время без кислорода, мозг этого делать не может.

Когда человек дышит, большую часть работы выполняет диафрагма — листок мышц и фиброзной ткани; она образует сплошную стенку между грудной клеткой и брюшной полостью. Ребра защищают верхнюю часть грудной полости, которая вмещает сердце и легкие; диафрагма занимает самый низ грудной полости.

Если посмотреть на диафрагму сверху, то можно увидеть центральную фиброзную часть, соединенную мышечными волокнами с внутренней поверхностью нижних шести ребер. Это напоминает солнце, лучи которого расходятся от центра к ребрам грудной клетки, чтобы таким образом удержать ее. Спереди диафрагма выглядит, как купол, прикрепленный мышечными ремнями к ребрам изнутри.

При вдохе мышечные волокна диафрагмы сокращаются и сглаживают купол диафрагмы, сдвигая центральную, самую высокую, часть вниз к брюшной полости. Это увеличивает объем легких и способствует прохождению в них воздуха через трахею, носовую и ротовую полости. Попадая в легкие, воздух идет к альвеолам, где происходит обмен кислорода и двуокиси углерода. Кислород забирается гемоглобином в кровь, а красные кровяные тельца освобождаются от груза двуокиси углерода, отдавая его альвеолам, с тем, чтобы легкие его выдохнули. Выдох происходит путем простого расслабления мышц; при этом воздух выходит так, как если бы его стали выпускать из воздушного шарика.

Как любая другая мышца, диафрагма получает от нервной системы импульсы к сокращению или расслаблению. Нервы, которые подходят к диафрагме, называются левыми и правыми диафрагмальными нервами. Эти нервы спускаются по позвоночнику и потому проделывают достаточно долгий путь от шеи вниз к основанию грудной клетки. Диафрагмальные нервы могут быть повреждены при травме или болезни.

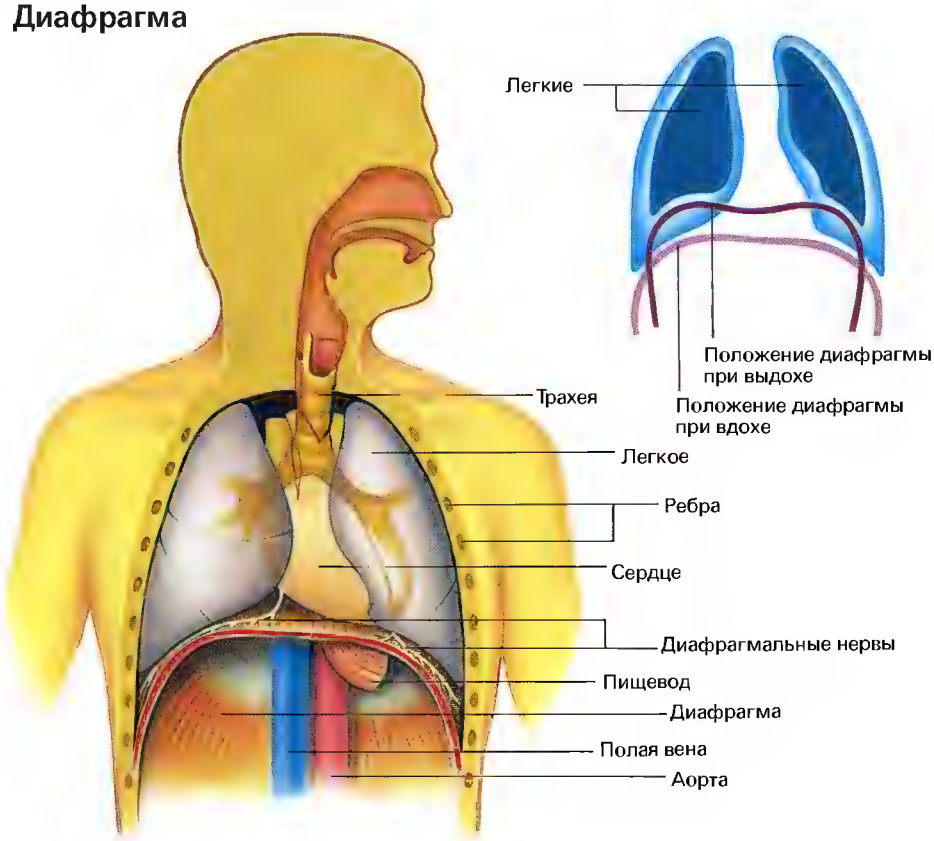
Частота дыхания

Частота дыхания контролируется дыхательным центром мозга — продолговатым мозгом — и регулируется скорее уровнем содержания в крови двуокиси углерода, чем кислорода. Мозг реагирует на увеличение содержания двуокиси углерода, происходящее, например, при физической нагрузке, и в соответствии с этим регулирует частоту дыхания. Дыхание становится глубже и чаще, поскольку вдыхается большее количество кислорода, стимулируя работу сердца, скорость течения крови увеличивается, двуокись углерода выводится. При завершении физических упражнений уровень содержания двуокиси углерода падает, дыхание становится нормальным.

Произвольные изменения в частоте дыхания происходят во время говорения, пения, приема пищи. Зевота, вздох, кашель и икота также вызывают изменения в дыхании. Долгие вдохи после коротких выдохов, происходящие при смехе и плаче, являются изменением в дыхании, которое вызывается эмоциональными стимулами.

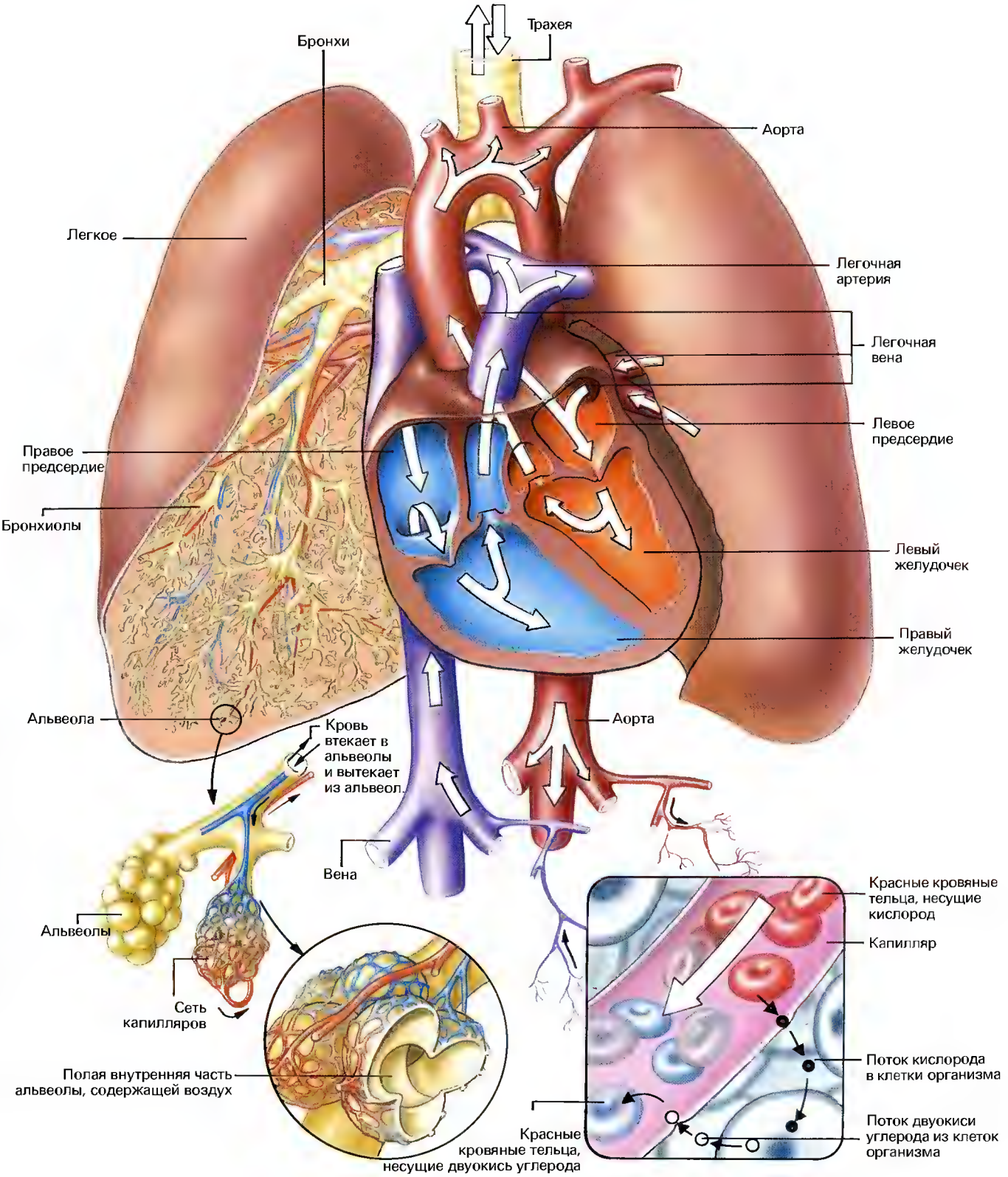
Задержка дыхания намеренная (при плавании под водой) или непроизвольная (в результате нервного приступа) также вызывает изменения в дыхательном процессе. Уровень содержания двуокиси углерода в крови падает при первых же глубоких вдохах; при продолжительной задержке дыхания мозг остается без стимуляции. Это может привести к потере сознания и смерти, например, в случае нахождения под водой, если человек тонет и не может выбраться на поверхность.

Диафрагма



Диафрагма отделяет грудную клетку от брюшной полости, контролирует объем легких при вдохе и выдохе.

Прохождение кислорода по организму

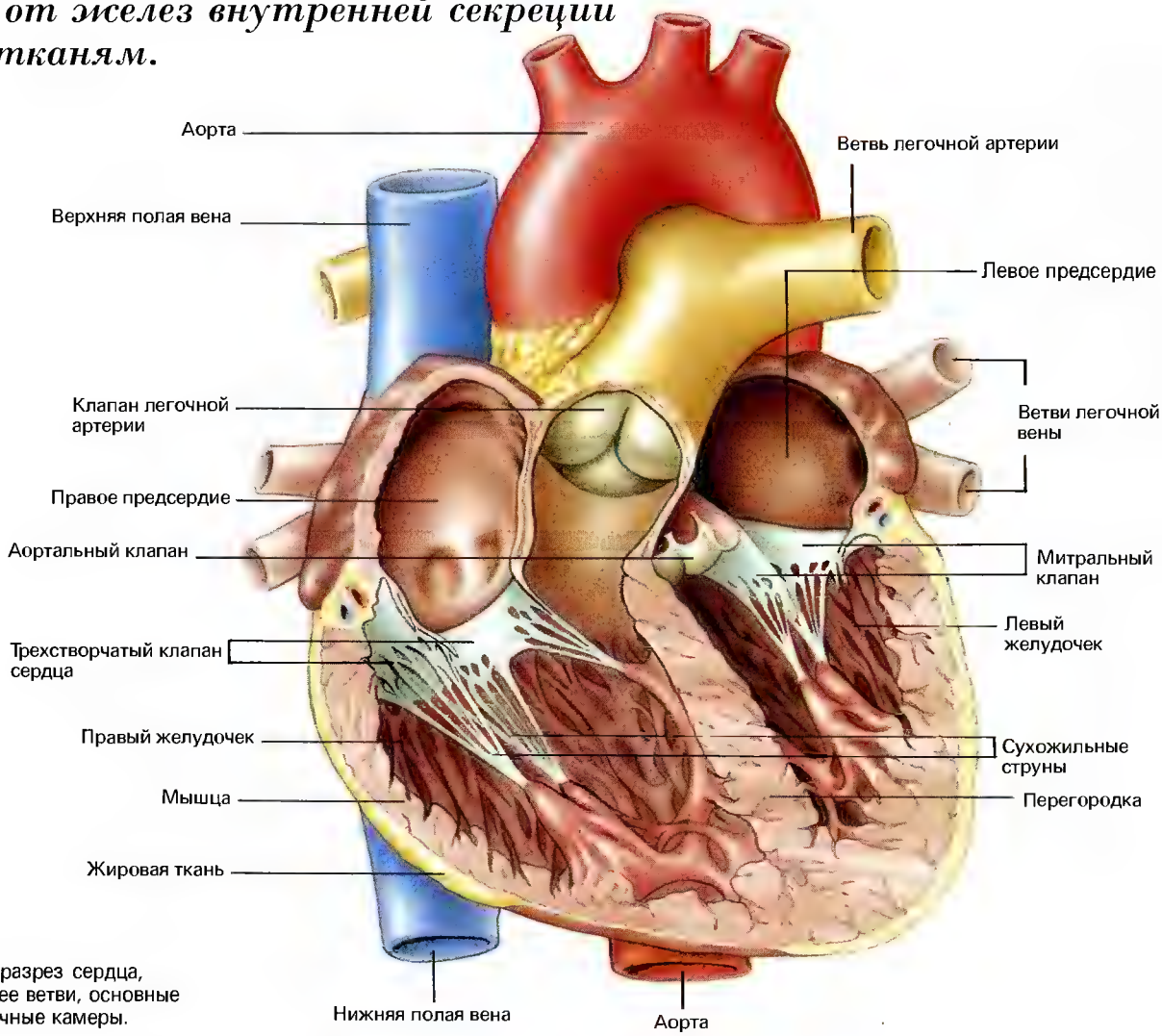


Сверху: Вдыхаемый воздух через трахею, бронхи и бронхиолы поступает в альвеолы, где кислород из воздуха передается в капилляры, окружающие альвеолы. Кровь, обогащенная кислородом, переносится в легочную вену и поступает в левую сторону сердца, а затем проталкивается в аорту. Далее кровь циркулирует по организму через артерии к капиллярам. Кислород, переносимый красными кровяными тельцами, поступает к клеткам ткани, которые отдают свой отработанный продукт — двуокись углерода — кровяным клеткам. Двуокись углерода переносится кровью через вены в правую сторону сердца, а затем через легочную артерию в легкое. На участке альвеол циркулирующая кровь отдает двуокись углерода, который выдыхается, и снова забирает кислород.

ГЛАВА 7

СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА

Сердечно-сосудистая система включает сердце и сеть кровеносных сосудов. Почти полностью состоящее из мышц, сердце отвечает за прокачивание крови по организму. Кровь не только переносит питательные вещества и газы от одной части организма к другой, но также выступает в роли средства коммуникации, передавая химическую информацию в гормонах от желез внутренней секреции органам и тканям.



Справа: Поперечный разрез сердца, показывающий аорту, ее ветви, основные клапаны, вены и сердечные камеры.

Кровь

Кровь имеет важное значение для функционирования организма. Еще до рождения человека сердце начинает проталкивать кровь по внутренней сети артерий и вен и кончает эту работу с его смертью. Кровь переносит кислород, пищу и другие важные вещества к тканям, а взамен выводит углекислоту и другие отработанные продукты, которые могут отравлять организм. Кровь помогает также разрушать микроорганизмы, вызывающие различные заболевания, а благодаря своей способности свертываться она является важным элементом естественной защиты организма.

Кровь — не просто жидкость. Ее известная густота создается миллионами клеток, подобно тому, как ткани, кости и мышцы придают крепость телу. Кровь состоит из бесцветной жидкости, называемой плазмой, в которой плавают красные кровяные тельца, или эритроциты, белые кровяные тельца, или лейкоциты, и очень маленькие клетки — тромбоциты.

Как и весь организм, плазма состоит в основном из воды. Так как плазма является жидкостью, она способна проходить сквозь стенки мелких кровеносных сосудов, таких, как капилляры. Поэтому кровь непосредственно связана с околоклеточной жидкой средой, которая омывает поверхность всех клеток организма. Это означает, что минеральные и другие вещества могут переноситься от клетки к клетке по всему организму через плазму.

Плазма

Плазма является средством транспортировки важного для организма топлива — глюкозы и основных жиров. Плазма переносит также и другие вещества, в частности, железо, необходимое для образования пигментного гемоглобина, содержащего кислород, а также ряд важных гормонов, например, гормон щитовидной железы. Таким образом, плазма состоит из водного раствора минеральных веществ, пищи и небольшого количества соединений, таких, как гормоны, а также еще одного важного компонента — протеина, который составляет основную часть плазмы.

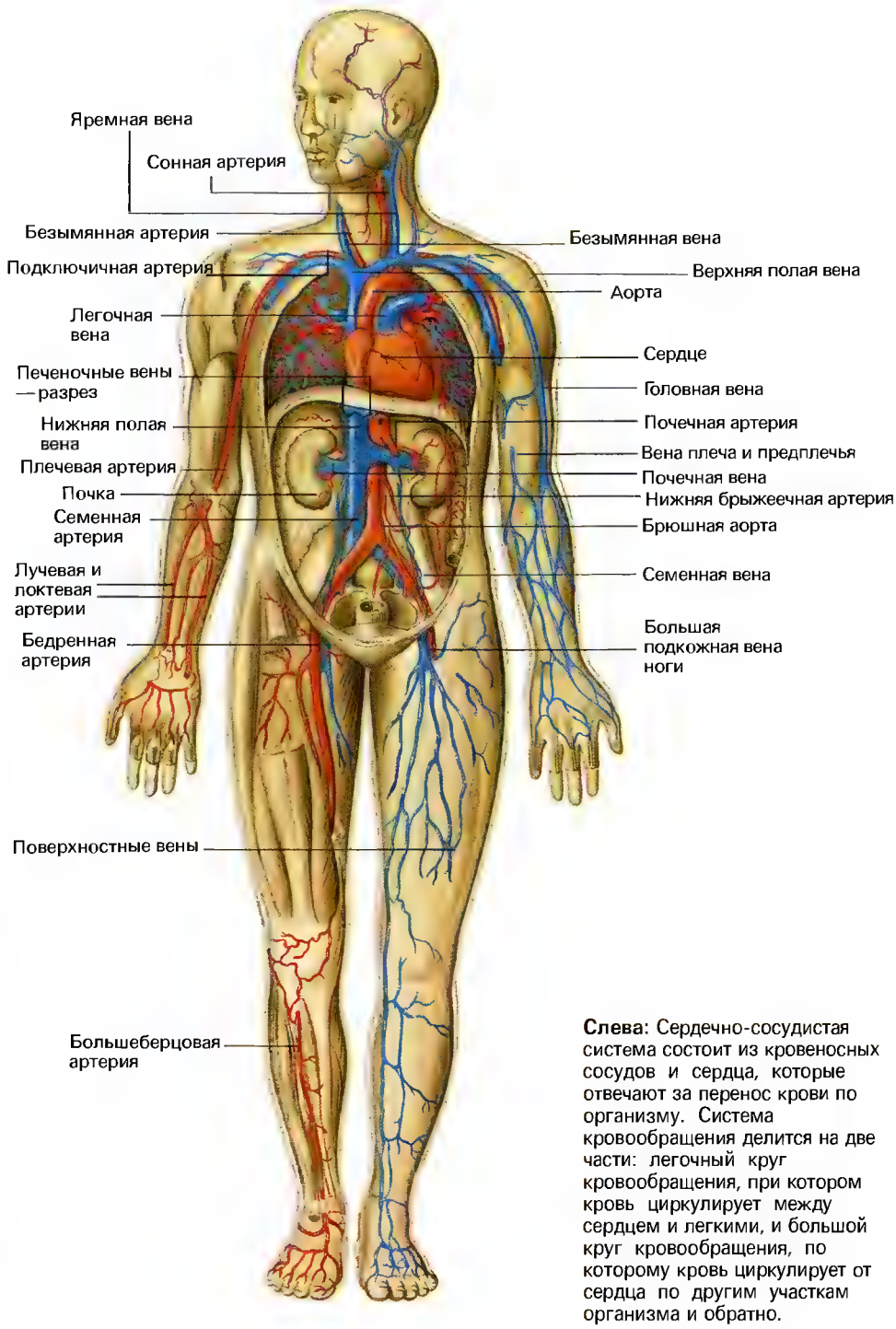
Каждый литр плазмы содержит около 75 граммов ($2^1/_2$ унции) протеина. Различают два вида протеина: альбумин (белок) и глобулин. Альбумин вырабатывается печенью. Являясь источником питания для тканей организма, он обеспечивает осмотическое давление, которое удерживает жидкую часть крови внутри кровеносных сосудов и не дает ей вытекать в ткани и проникать в клетки. Альбумин можно сравнить с губкой в циркулирующей жидкости, которая удерживает необходимую воду в кровеносном потоке и не позволяет организму превратиться в сырую желеобразную массу.

Вероятно, самыми важными оказываются глобулины, которые выступают в роли антител против инфекции. Кроме того, некоторые виды глобулина участвуют в образовании сгустков крови (тромбов) вместе с клетками.

Тромбоциты

Тромбоциты — это мельчайшие клетки организма. Один миллилитр крови содержит около 250 млн. тромбоцитов; размер поперечного сечения клетки тромбоцита равен приблизительно трем микронам (один микрон — это около одной тысячной доли миллиметра).

Основная функция тромбоцитов — создание сгустков крови, необходимых для остановки кровотечения. Не так давно врачи заинтересовались, как же функционируют тромбоциты. Накопленные



Слева: Сердечно-сосудистая система состоит из кровеносных сосудов и сердца, которые отвечают за перенос крови по организму. Система кровообращения делится на две части: легочный круг кровообращения, при котором кровь циркулирует между сердцем и легкими, и большой круг кровообращения, по которому кровь циркулирует от сердца по другим участкам организма и обратно.

данные показывают, что тромбоциты играют, вероятно, не последнюю роль в развитии артериосклероза — заболевании, характерном для западного мира.

Так как в крови содержится очень большое количество тромбоцитов, они всегда устремляются к месту кровотечения, чтобы создать там скопление.

Стенки кровеносных сосудов покрыты ровным слоем клеток, которые называются клетками эпителия. Если данный слой разрывается, то есть начинается кровотечение, компоненты крови контактируют с другими частями стенок кровеносного сосуда. Этот контакт побуждает тромбоциты приклеиваться к стенкам сосуда и друг к другу, образуя таким образом пробку, которая останавливает кровотечение. После этого другие компоненты крови начинают взаимодействовать, образуя фибрин, который способствует окончательному устранению повреждения.

Способность крови свертываться, или коагулировать, и таким образом предотвращать смертельный исход от кровотечения при повреждении кровеносного сосуда, является результатом взаимодействия тромбоцитов и дюжины биохимических веществ, называемых факторами свертывания, среди которых важное место отводится протромбину. Эти факторы присутствуют в жидкой части крови — плазме. Существует два вида недостатков процесса свертывания — несвертываемость и тромбоз, когда в сосудах образуются сгустки крови.

Красные кровяные тельца

Красные кровяные тельца выступают в роли транспортеров, перенося кислород из легких в ткани. Затем они забирают углекислоту — продукт обмена работы клеток — и несут ее в легкие, через которые она выдыхается. Красные кровяные тельца в состоянии совершать это, поскольку содержат миллионы молекул вещества, называемого гемоглобином.

В легких кислород очень быстро соединяется с гемоглобином, придавая красным кровяным тельцам ярко-красную окраску, вследствие чего они и получили свое название. Кровь, обогащенная кислородом, по артериям поступает к тканям. С помощью ферментов (энзимов), имеющихся в красных кровяных тельцах, двуокись углерода и вода, также являющаяся продуктом обмена деятельности клеток, забираются красными кровяными тельцами и по венам переносятся в легкие.

Выработка красных кровяных клеток начинается с первых недель после зачатия, и в течение первых трех месяцев развития плода их создание происходит в печени. Только по истечении шести месяцев они начинают вырабатываться костным мозгом, что продолжается на протяжении всей жизни. Вплоть до юношеского возраста человека костный мозг всех костей производит красные кровяные тельца, но после достижения двадцатилетнего возраста выработка красных кровяных телец ограничивается костным мозгом позвоночника, ребер и грудной кости.

Красные кровяные тельца начинают свое существование как клетки неправильной округлой формы, известные под названием гемоцитобласты, имеющие крупное ядро. Затем эти клетки проходят ряд быстрых делений, в процессе которых ядро постепенно уменьшается и впоследствии утрачивается совсем. Для образования красных клеток организму требуется железо, являющееся основным компонентом вещества, а также гемоглобин, витамин B_{12}, фолиевая кислота и протеины.

Во время своего движения по кровяному руслу красные кровяные тельца претерпевают сильный износ и получают повреждения, а потому нуждаются в восстановлении. Средняя продолжительность жизни каждого кровяного тельца составляет 120 дней, после чего клетки, выработанные костным мозгом и селезенкой, разрушают изношенные кровяные клетки. Некоторые химические остатки сразу же возвращаются в плазму для повторного использования, тогда как другие, в том числе гемоглобин, отправляются в печень для дальнейшего разрушения.

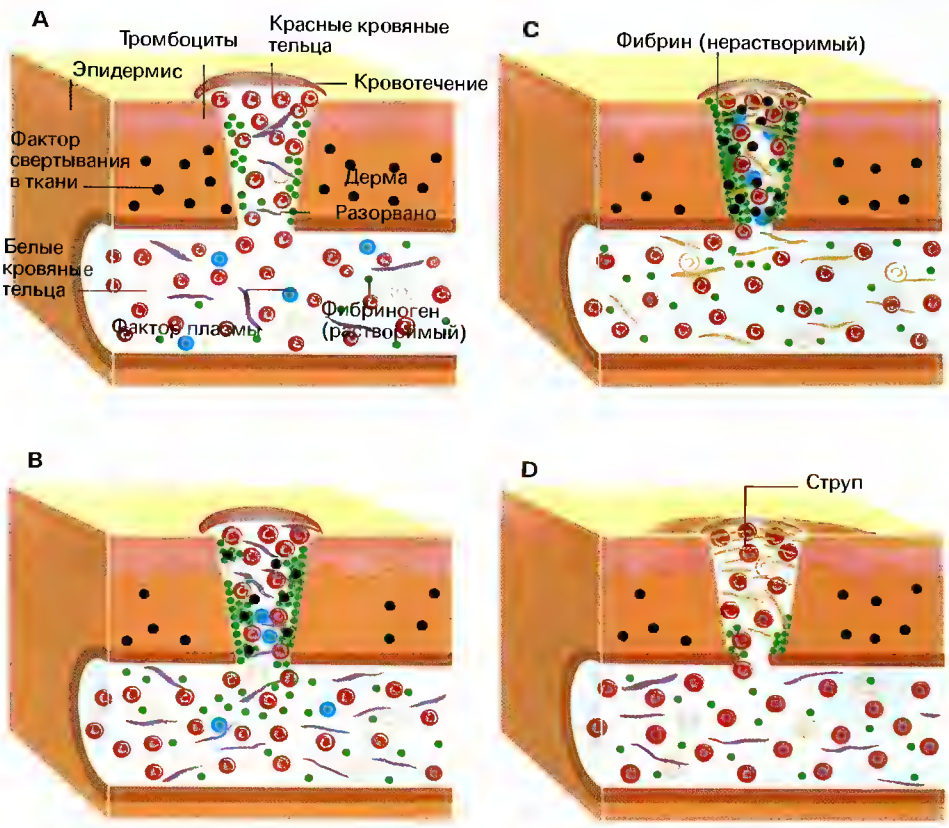
Организм человека имеет замечательную способность контролировать количество красных клеток в кровообращении в соответствии со своими потребностями. В случае большой потери крови, если частично разрушается костный мозг или уменьшается количество кислорода, поступающего в ткани, вследствие нарушения сердечной деятельности, или если человек находится на большой высоте, костный мозг начинает немедленно увеличивать выработку красных кровяных телец. Даже ежедневная напряженная физическая нагрузка стимулирует дополнительное образование кровяных клеток, так как организм постоянно нуждается в большем притоке кислорода. Подсчеты кровяных клеток показывают, что атлеты могут иметь вдвое больше красных кровяных телец, чем люди, ведущие сидячий образ жизни.

Белые кровяные тельца

Белые кровяные тельца — лейкоциты — по размеру больше, чем красные кровяные тельца, и сильно от них отличаются. В отличие от красных клеток белые клетки не являются однородными, движение их более медленное. Участвуя в защите организма от болезней, белые клетки подразделяются на три основные группы: полиморфы, лимфоциты и моноциты.

Полиморфы, которые составляют от 50 до 75 процентов белых клеток, также

Внизу: В случае получения раны поврежденные кровеносные сосуды кровоточат, и тромбоциты (маленькие клейкие клетки крови) устремляются к месту разрыва, чтобы закрыть его (A). Высвобождаются факторы свертывания ткани, факторы плазмы вступают в данную область (B). Реакция тромбоцитов, оба типа факторов и другие агенты свертывания превращают фибриноген (протеин) в волокна фибрина. У разрыва образуется желеобразная сетка (C). Тромбоциты и кровяные клетки, втянутые в эту сетку, выделяют сыворотку (кровь без факторов свертывания), которая помогает образовать струп (D). Он не позволяет бактериям проникнуть внутрь и занести инфекцию.



делятся на три вида. Наиболее многочисленные из них — нейтрофилы. Они начинают действовать, когда болезнетворные бактерии атакуют организм. Привлеченные химическими веществами, которые выделяют бактерии, они устремляются к очагу инфекции и начинают поглощать бактерии. Гранулы внутри нейтрофилов начинают образовывать химические вещества, которые разрушают пойманные в ловушку бактерии. Гной, который собирается в том месте, где есть инфекция, является результатом работы полиморфов; он состоит в основном из мертвых белых клеток.

Вторая разновидность полиморфов — эозинофилы. Они названы так потому, что их гранулы приобретают розовую окраску, когда кровь смешивается с красящим эозином. Составляя всего лишь от 1 до 4 процентов белых клеток, эозинофилы отражают атаку бактерий, а также играют другую жизненно важную роль. Когда инородные протеины или антитены попадают в кровь, вырабатываются вещества, называемые антителами, которые соединяются с антигенами, нейтрализуя их действие. В процессе этого высвобождается химический гистамин. Если количество гистамина слишком большое, эозинофилы заглушают его действие, в противном случае может возникнуть аллергическая реакция. После соединения антител и антигенов эозинофилы удаляют химические остатки.

Третьей разновидностью полиморфов являются базофилы. Они составляют менее 1 процента всех белых кровяных клеток, но имеют важное значение для жизнедеятельности организма, поскольку их гранулы вырабатывают и выделяют гепарин, который не дает крови возможность образовывать сгустки внутри сосудов.

Лимфоциты

25 процентов белых кровяных телец составляют лимфоциты, которые имеют плотные, сферической формы ядра. Лимфоциты играют жизненно важную роль для организма, обеспечивая ему естественный иммунитет к заболеваниям. Для этого они вырабатывают антитоксины, которые выступают как противодействие разрушительному действию сильных токсинов или химических веществ, выделяемых бактериями. Лимфоциты вырабатывают также антитела и химические вещества, которые не позволяют клеткам организма погибнуть от натиска бактерий. И, наконец, последний вид белых клеток — моноциты, которые составляют 8 процентов всех белых клеток. Самые большие моноциты имеют крупные ядра, они поглощают бактерии и удаляют остатки органических веществ, являющихся результатом разрушающего действия бактерий.

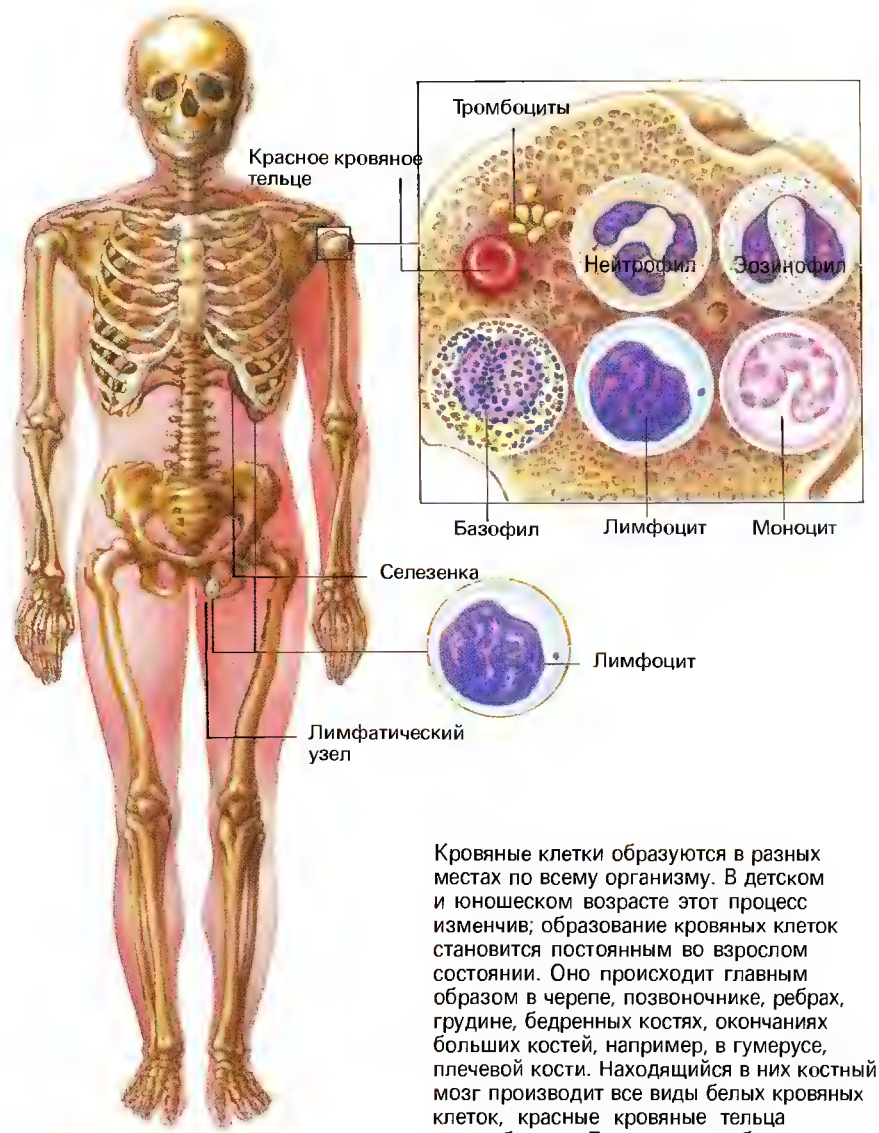
Действие полиморфов и моноцитов по отношению к болезнетворным бактериям называется воспалительной реакцией, так как воспаление является ответом организма на повреждение на локальном уровне. Деятельность же лимфоцитов против проникающих микроорганизмов и других субстанций называется иммунной реакцией. Обе реакции могут проходить одновременно.

Где образуются белые клетки

Костный мозг также является местом образования некоторых белых кровяных телец. В нем образуются все три разновидности полиморфов из клеток, называемых миелоцитами, путем серии делений. Средняя продолжительность существования полиморфов — 12 часов, а если они вовлечены в борьбу с бактериями — 2—3 часа. При таких обстоятельствах образование всех белых клеток увеличивается в соответствии с потребностями организма. Лимфоциты, которые живут в среднем 200 дней, образуются в селезенке, а также в миндалевидных железах и лимфатических железах, рассредоточиваясь по всему организму. Моноциты и тромбоциты образуются в костном мозге. Продолжительность жизни моноцитов все еще остается загадкой, поскольку, вероятно, часть времени они находятся в тканях, а часть — в плазме. Однако при никогда не спадающем темпе производства клеток организм заменяет миллионное количество своих тромбоцитов обычно раз в каждые четыре дня.

Внутренние механизмы выживания организма гарантируют, что потеря человеком четверти всей крови не приведет к длительным мучительным последствиям, даже если не будет проведено переливание крови. Поскольку кровь циркулирует к тканям и от них, не удивительно, что заболевания сказываются на состоянии крови. Кроме того, что кровь отражает состояние здоровья человека, она сама может быть подвержена различного рода заболеваниям.

Где образуются кровяные клетки



Кровяные клетки образуются в разных местах по всему организму. В детском и юношеском возрасте этот процесс изменчив; образование кровяных клеток становится постоянным во взрослом состоянии. Оно происходит главным образом в черепе, позвоночнике, ребрах, грудине, бедренных костях, окончаниях больших костей, например, в гумерусе, плечевой кости. Находящийся в них костный мозг производит все виды белых кровяных клеток, красные кровяные тельца и тромбоциты. Белые клетки образуются также в селезенке и лимфатических узлах.

Сердце

Сердце представляет собой большой мышечный орган в срединной части груди. Часто думают, что сердце находится с левой стороны тела, на самом деле оно располагается по обе стороны от срединной линии, но больше сдвинуто влево, чем вправо. Вес сердца взрослого мужчины составляет около 12 унций (340 грамм), у женщины сердце немного легче.

Правая граница сердца находится сзади правого края грудины. С левой стороны грудины сердце выступает округлым конусом, вершина которого располагается чуть ниже левого соска. С каждым сердечным толчком можно ощутить пульсацию верхушки сердца. Эта пульсация называется толчком верхушки сердца.

Работа сердца заключается в проталкивании крови по двум кругам кровообращения. Сначала сердце прогоняет кровь через аорту, центральную артерию организма, артериальную систему.

Эта кровь циркулирует по органам и тканям, передавая им питательные вещества и кислород. Затем кровь, полностью лишенная кислорода, возвращается в сердце по венам.

После этого сердце отправляет кровь по второму кругу кровообращения в легкие, чтобы восстановить кислород. Обогащенная кислородом кровь из легких вновь поступает в сердце.

Сердце имеет четыре камеры, которые осуществляют прогон крови. Каждая камера представляет собой мышечный мешок со стенками, способными сокращаться, тем самым выталкивая кровь вперед. Толщина мышечной стенки зависит от количества работы, которую приходится выполнять камере. Левый желудочек имеет самые толстые стенки, так как на его долю ложится самая большая нагрузка по проталкиванию крови.

Камеры сгруппированы парами; каждая пара имеет предсердие с тонкими стенками, куда поступает кровь из вен. Предсердие выталкивает кровь через клапан в толстостенный желудочек, который направляет кровь в центральную артерию.

Оба предсердия расположены сзади и сверху обоих желудочков. Предсердия и желудочки находятся рядом, бок о бок. Части стенок, которые разделяют предсердия и желудочки, называются межпредсердной и межжелудочковой перегородками сердца.

Как работает сердце

Кровь, насыщенная кислородом, поступает из легких по легочным венам в сердце. Кровь направляется в левое предсердие, стенки которого сокращаются и проталкивают кровь через клапан, называемый митральным, в левый желудочек.

Левый желудочек сокращается, митральный клапан при этом закрывается, поэтому кровь может выйти через открытый аортальный клапан в аорту. Затем кровь направляется к тканям, которым отдает кислород.

Кровь возвращается в сердце из тела по большой вене, нижней полой вене, из головы — по верхней полой вене. Она поступает в правое предсердие. Его стенки сокращаются, и кровь переходит через трехстворчатый клапан в правый желудочек.

Сокращение стенок правого желудочка направляет кровь в легочную артерию, через клапан легочной артерии — в легкие, где она вновь насыщается кислородом. Затем кровь возвращается в сердце по легочным венам, готовая все начать сначала. Данный процесс повторяется 50—60 раз в минуту.

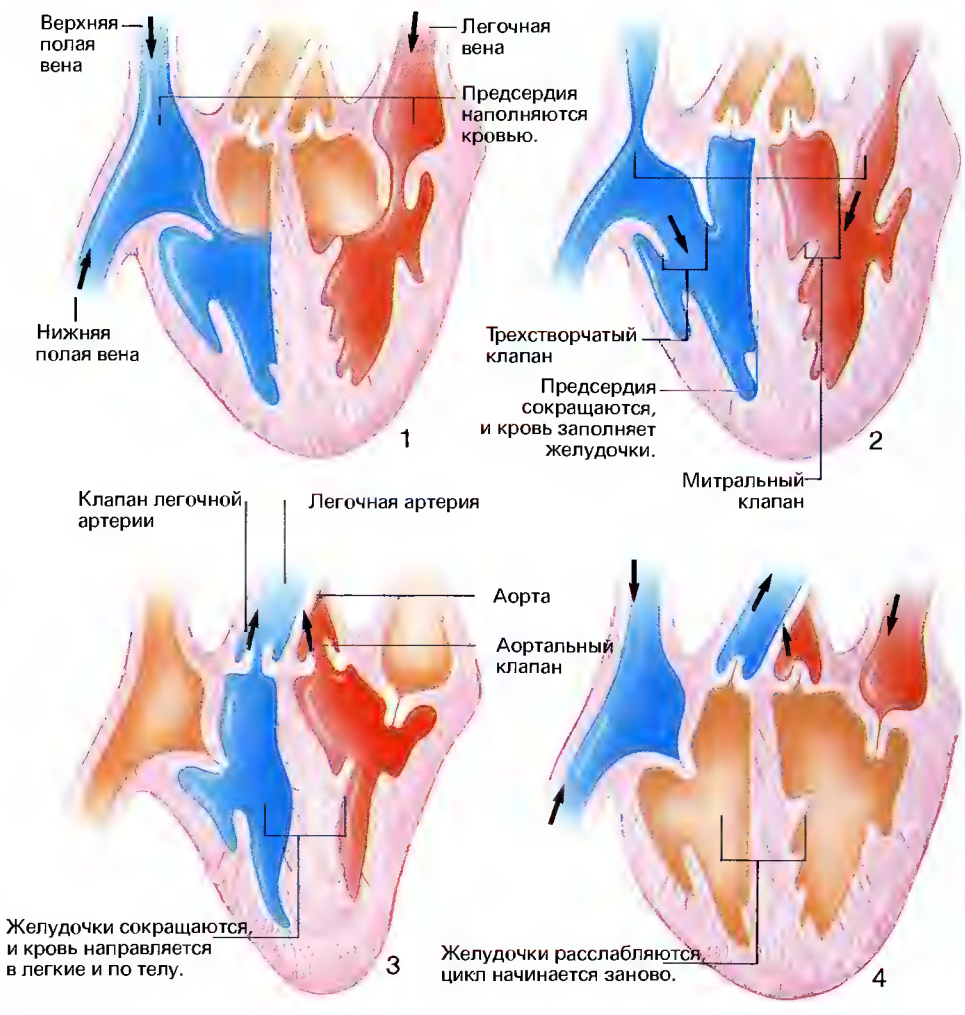
Клапаны

Подобно насосу, четкость работы сердца зависит от серии клапанов. С правой стороны находятся клапан легочной артерии и трехстворчатый клапан сердца, слева расположены митральный клапан и аортальный клапан. Четыре клапана автоматически открываются и закрываются, принимая кровь из камер и выпуская ее в камеры, позволяя крови при этом течь только в одном направлении.

Клапан легочной артерии и аортальный клапан имеют одинаковое строение. Эти клапаны имеют три створки листовидной формы, стенки клапанов представлены плотной, но тонкой волокнистой тканью. Митральный и трехстворчатый клапаны более сложны, хотя аналогичны по строению. Митральный клапан имеет две створки, трехстворчатый клапан — три.

Каждый из клапанов находится в кольце между предсердием и желудочком. Своим основанием створки прикреплены к кольцу, свободными же краями касаются друг друга и блокируют проход между желудочком и предсердием, когда клапан закрыт. Свободные края створок

Работа сердца по прокачиванию крови



прикреплены также к тонким нитям — сухожильным хордам, которые спускаются в желудочек и не позволяют клапану в случае давления на него отклониться в предсердие.

Система регуляции ритма

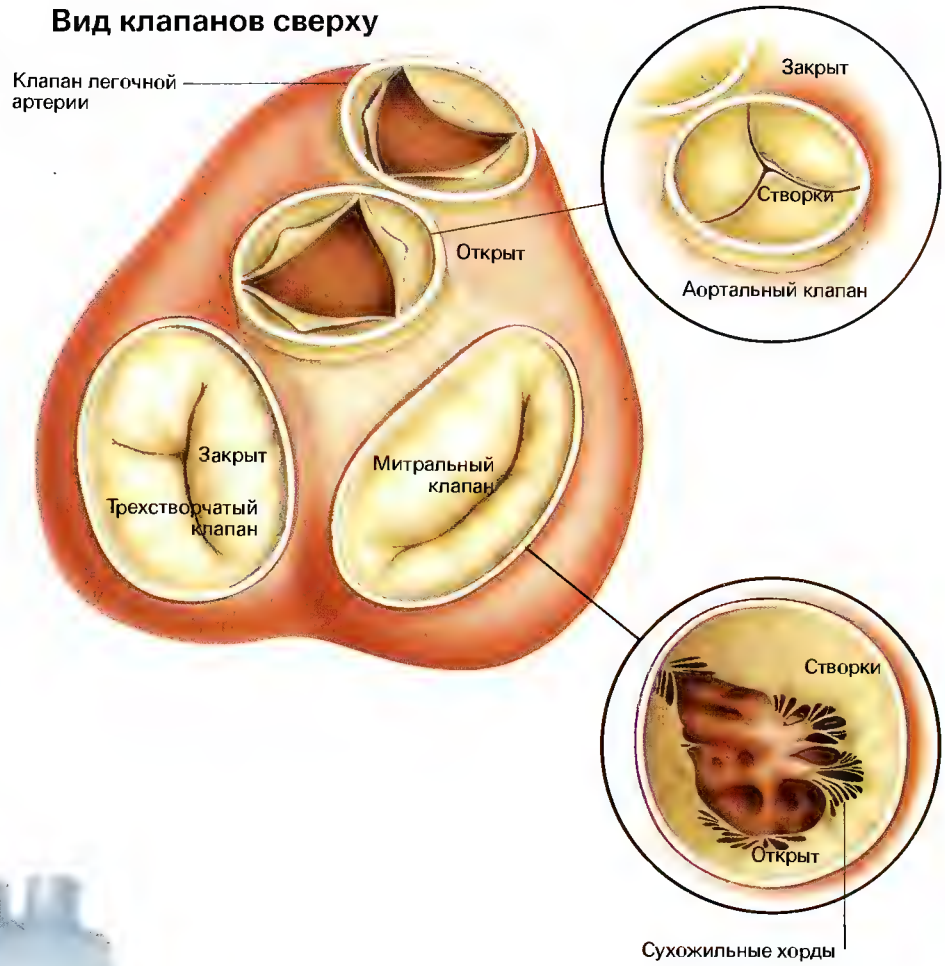
С каждым биением сердца оба предсердия одновременно сокращаются, наполняя желудочки кровью. Затем сокращаются стенки обоих желудочков.

Эта упорядоченная серия сокращений зависит от сложной системы электрорегуляции ритма.

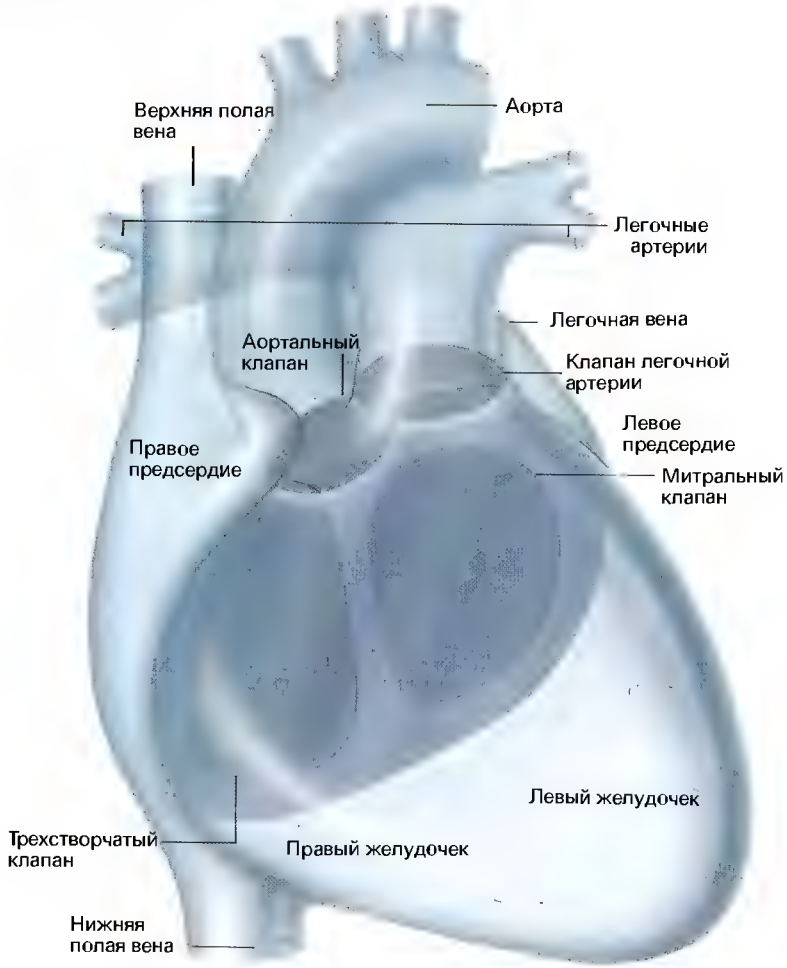
Основной контроль исходит от синусо-атриального узла, расположенного в правом предсердии. От этого узла импульсы проходят через оба предсердия, заставляя их сокращаться. Имеется еще один узел — атриовентрикулярный, расположенный в месте соединения предсердий и желудочков.

Этот узел задерживает импульс сокращения, а затем направляет его вниз через пучок волокон в интравентрикулярную перегородку, называемую пучком Гиса. Пройдя через этот пучок, импульс распространяется в желудочки, вызывая их сокращения вслед за сокращениями обоих предсердий.

Вид клапанов сверху



Вид клапанов спереди



Клапаны обеспечивают течение крови через сердце только в одном направлении, не давая ей возможности возвращаться. Клапаны состоят из двух или трех створок, которые смыкаются, закрывая проход, как только кровь пройдет через клапан. Митральный клапан и аортальный клапан управляют потоком насыщенной кислородом крови с левой стороны; трехстворчатый клапан и клапан легочной артерии контролируют прохождение лишенной кислорода крови справа.

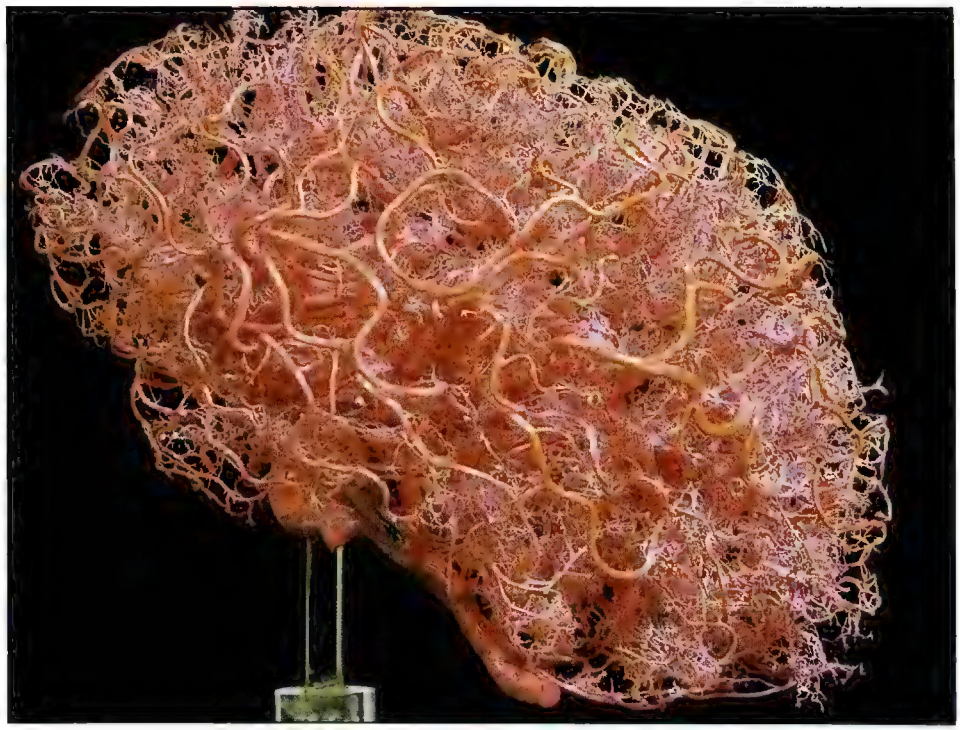
Кровеносные сосуды

Артерии и вены — это два вида больших кровеносных сосудов тела. Артерии подобны трубам, которые отводят кровь от сердца к тканям, в то время как вены несут кровь в обратном направлении.

Основная камера левой стороны сердца, левый желудочек, выпускает кровь в главную артерию организма — аорту. Первые ветви аорты отходят от нее сразу же по выходе аорты из сердца. Это венечные артерии, которые обеспечивают кровью непосредственно самое сердце.

После разветвления аорты левая артерия делится на две большие ветви. Таким образом получаются три венечные артерии: правая и две ветви левой. Они полностью огибают сердце и васкуляризуют его, обеспечивая кровью каждый участок сердца. Остальные части артерий организма снабжают кровью все другие участки тела, сначала делясь на ветви, называемые мелкими артериями — артериолами, а затем на капилляры.

Левый желудочек генерирует значительное давление для того, чтобы протолкнуть кровь через артериальную сеть. Сжатость, которой достигает надутая на руке манжета, используемая для измерения давления, равна максимальному давлению в левом желудочке при каждом биении сердца.



Эта пластмассовая модель показывает жизненно важную сеть сосудов, которые снабжают кровью мозг. Клетки мозга отмирают в течение нескольких минут, если они не получают кровь, насыщенную кислородом.

Строение артерий

Поскольку артерии подвержены такой силе давления при каждом ударе сердца, они должны иметь толстые стенки, чтобы справиться с этим давлением. Внешняя стенка артерии представляет собой неплотную волокнистую тканевую оболочку. Изнутри стенки имеют толстую эластичную мышечную оболочку, которая придает силу артерии. Существуют также кольца мышечных волокон, которые окружают артерию среди эластичной ткани (эндотелий). Изнутри стенки артерий имеют ровный слой клеток, который обеспечивает свободное течение крови.

Толстые эластичные стенки приобретают особо важное значение для функционирования системы. Значительную часть силы каждого удара сердца вбирают в себя стенки больших артерий. Они продолжают проталкивать кровь вперед в промежутке между ударами сердца.

Пульс организма

Когда врач прощупывает пульс, он чувствует действия сердца по выталкиванию крови с каждым ударом и прогону ее по организму с помощью артерий.

Сила каждого удара сердца передается по стенкам артерий, подобно тому, как волна пробегает по поверхности озера. Стенки артерий эластичны, они растягиваются с тем, чтобы воспринимать изначальную силу удара сердца. В процессе сердцебиения стенки артерий сокращаются и таким образом равномерно проталкивают кровь по системе кровообращения.

Пульс можно прощупать на ряде артерий, которые лежат близко от поверхности организма. Чаще всего это бывает лучевая артерия на запястье, которую можно легко прощупать на внутренней стороне запястья чуть ниже большого пальца руки. Обычно пульс прощупывают именно в этом месте одним или двумя пальцами, но никак не на большом пальце руки, так как он имеет свой собственный пульс и это может создать различного рода недоразумения.

Плечевая артерия на руке (на участке от плеча до кисти) имеет пульс, который можно также легко прощупать на внутренней стороне локтевого сустава почти на одной линии с мизинцем.

Врач может также проверить пульс на шее, его создает сонная артерия. Место этого пульса находится на расстоянии примерно 2,5 см (1 дюйма) ниже утла челюсти. Врач может послушать главную артерию, каковой является сонная артерия, стетоскопом, который выявляет регулярный свистящий шум, сопровождающий каждый удар сердца. Это может указывать на частичную блокировку артерии даже в случае абсолютно нормального пульса.

Точки пульса находятся также в паху, на внутренней стороне колен, внутренней поверхности щиколотки, на подъеме ступни.

Капилляры

Капилляры, которые по размеру составляют около одной восьмитысячной доли миллиметра, ненамного шире кровяной клетки. Каждый капилляр состоит из очень тонкого тканевого слоя, свернутого в трубку и окруженного равномерно тонкой оболочкой. Стенки капилляров достаточно тонкие, поэтому они дают возможность определенным веществам проникать в кровь и выходить из крови. Капилляры регулируются мышцами.

Капилляры, расположенные в коже, участвуют в обмене веществ, кроме того, они выполняют специальную функцию — помогают регулировать температуру тела. Когда организм разогрет, капилляры кожи расширяются, давая возможность большему, чем обычно, количеству крови подойти к коже, где кровь может охладиться.

Капилляры можно легко повредить, так как они имеют тонкие стенки. Капилляры кожи оказываются в зоне повышенной опасности. Если на коже появляется порез, царапина или если кожа получает удар, то капилляры выделяют кровь. Кровоподтек (синяк) — это последствие концентрации капиллярной крови в коже.

Ожог может разрушить капилляры, однако они способны к самовосстановлению. В пожилом возрасте или в результате употребления человеком алкоголя в течение длительного времени капилляры могут лопаться, оставляя пурпурного цвета пятна или красноватые линии.

Пройдя через капилляры, кровь возвращается в сердце по венам.

Вены

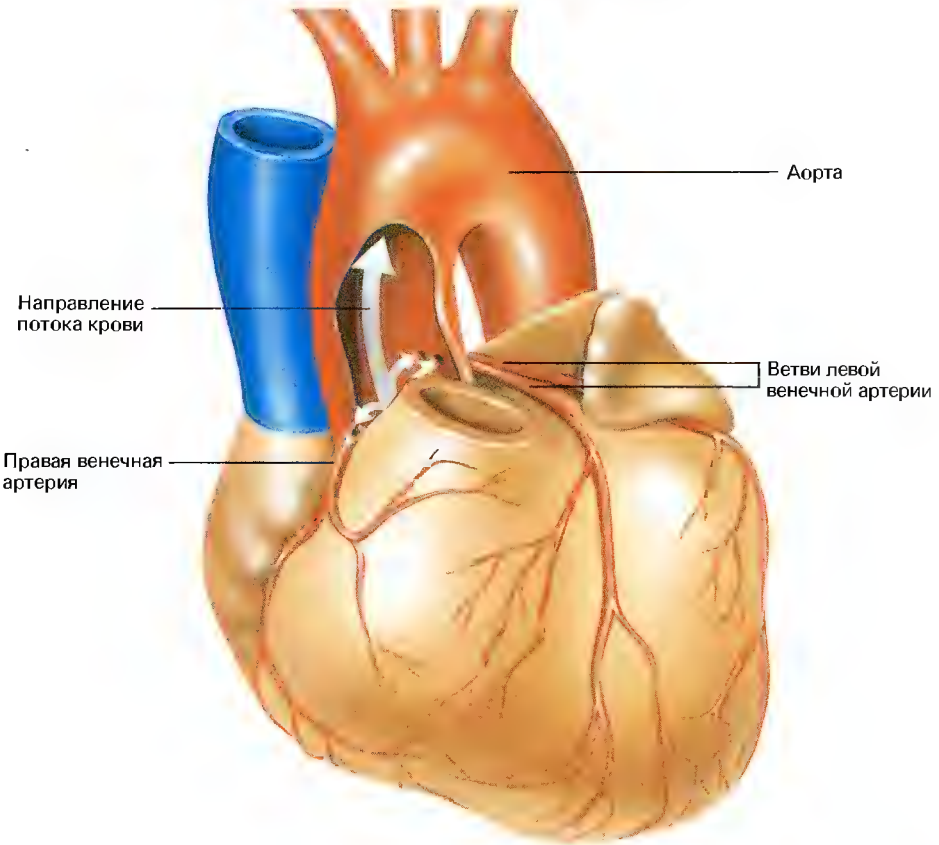
Вены схожи с артериями в том, что они имеют одинаковое распределение: артерии и вены, взятые вместе с определенным органом или тканью, часто выступают вместе. Однако между артериями и венами существуют принципиальные различия. Например, во многих венах есть клапаны, которые отсутствуют в артериях; стенки артерий всегда толще, чем стенки вены соответствующего размера; просвет протока вены шире, чем у артерии.

Вены — это трубки из мышечной и волокнистой ткани. Стенка вены состоит из внешнего слоя — адвентициальной оболочки; среднего слоя мышечного волокна — промежуточной оболочки; внутреннего слоя — интимы, внутренней оболочки. Вены содержат лишь очень тонкий мышечный слой.

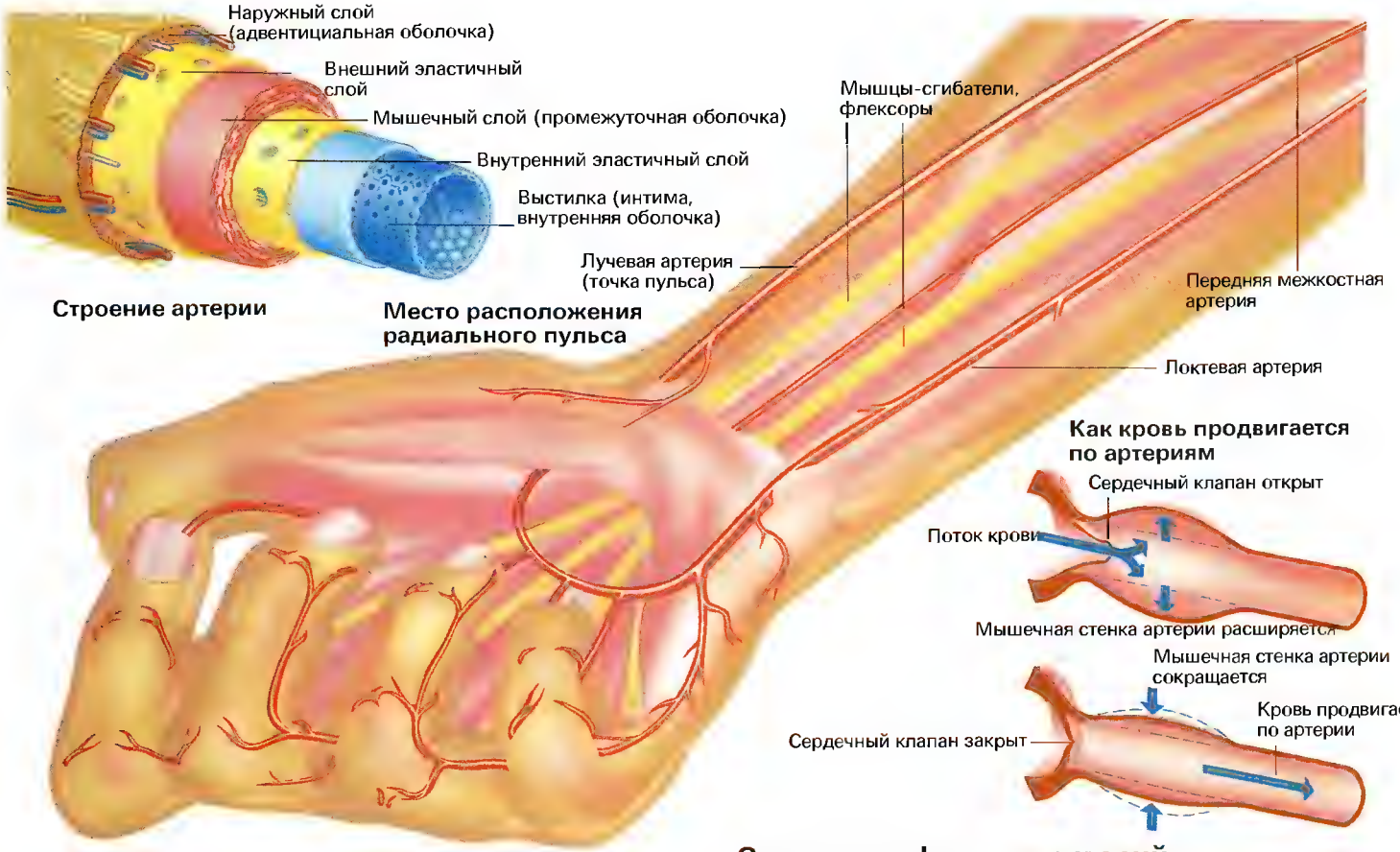
Справа: Венечные артерии снабжают сердечную мышцу кислородом и необходимыми питательными веществами. Существуют три основные артерии: две ветви левой венечной артерии и правая венечная артерия.

Внизу: Артериальные стенки состоят из нескольких мышечных слоев, которые проталкивают кровь по артериям с каждым ударом сердца. Это действие можно легко ощутить на месте радиального пульса, которое расположено на запястье.

Венечные (коронарные) артерии



Строение артерии



Место расположения радиального пульса

Строение и функция артерий

Кровообращение

Кровь начинает свой путь по организму, выходя из левого желудочка через аорту. На этом этапе кровь богата кислородом, пищей, распавшейся на молекулы, и другими важными веществами, такими, как гормоны.

Дав начало венечным артериям, аорта поднимается вверх, а затем загибается назад, образуя дугу. От дуги аорты отходят две основные артерии, ведущие к голове, левая и правая сонные артерии и одна артерия, идущая в каждую руку. Аорта опускается ниже груди в брюшную полость.

В брюшной полости расположены три главные артерии, ведущие к кишечнику и печени, и одна артерия, идущая к обеим почкам. Аорта делится на левую и правую подвздошные артерии, которые снабжают кровью таз и ноги.

Из артерий кровь идет в меньшие по размерам артериолы, которые ведут ко всем органам и тканям организма, в том числе к самому сердцу, а затем разветвляются на широкую сеть капилляров.

В капиллярах кровяные клетки выстраиваются в один ряд, отдавая кислород и другие вещества и забирая двуокись углерода и другие продукты обмена.

Когда организм отдыхает, кровь стремится течь по так называемым предпочтительным каналам. Ими оказываются капилляры, которые увеличились и превзошли средний размер. Но если какому-нибудь участку организма требуется большее количество кислорода, кровь течет по всем капиллярам этого участка.

Попав из артерий в капилляры и пройдя их, кровь вступает в венозную систему. Она сначала попадает в очень маленькие сосуды, называемые венулами, которые эквивалентны артериолам. Кровь продолжает свой путь по малым венам и возвращается в сердце по венам, которые достаточно большие и заметны под кожей. Такие вены содержат клапаны, которые препятствуют возвращению крови к тканям. Клапаны имеют форму маленького полумесяца, выступают в просвет протока, что заставляет кровь течь только в одном направлении.

Все вены от различных участков организма неизбежно сходятся в два больших кровеносных сосуда, один называется верхней полой веной, другой — нижней полой веной. Верхняя полая вена собирает кровь из головы, рук, шеи; нижняя полая вена получает кровь из нижних отделов организма. Обе вены отдают кровь в правую сторону сердца, откуда она выталкивается в легочную артерию (единственная артерия, которая несет кровь, лишенную кислорода). Эта артерия передает кровь в легкие.

Данный путь крови завершается, когда обогащенная кислородом кровь поступает через легочную вену (единственную вену, несущую насыщенную кислородом кровь) в левую часть сердца.

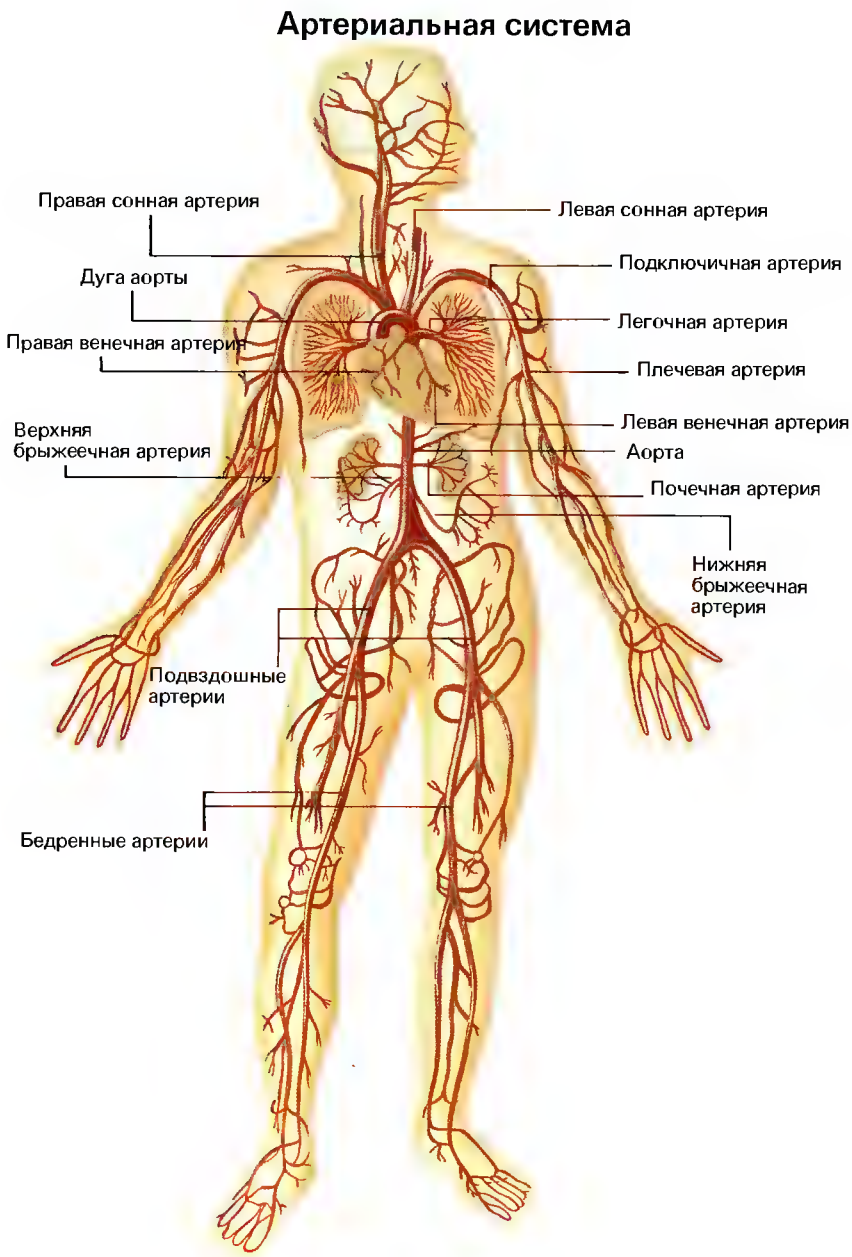
Кровообращение в легких называется легочным кругом кровообращения, а циркуляция крови по остальным участкам организма называется большим кругом кровообращения. Существуют легочные и общие, относящиеся ко всему организму, артерии, которые несут кровь от сердца, и легочные и общие вены, которые возвращают кровь в сердце.

Рационализм

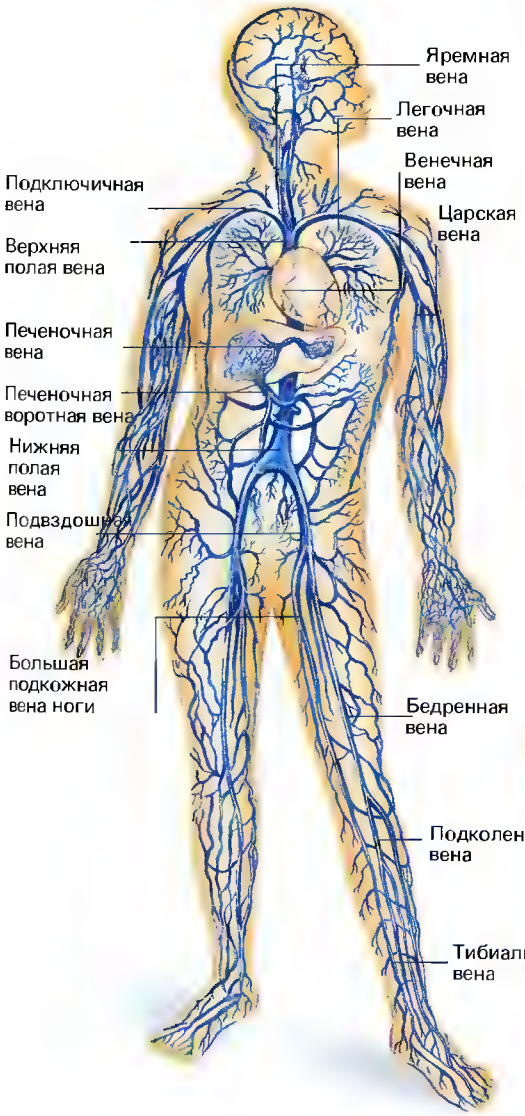
Покинув брюшную полость, кровь не направляется прямо в сердце, а попадает в печеночную систему воротной вены. Эта система дает возможность крови, которая может быть наполнена пищей, направиться непосредственно в печень.

Когда кровь из кишечника попадает в печень, она проходит по клеткам печени, по специальным капиллярам, называемым синусоидами, а затем поступает в другую систему вен, называемых печеночными венами. Они в конечном счете ведут к нижней полой вене и таким образом в сердце. Эта система гарантирует, что пища, попавшая в венозную систему из кишечника, поступает в печень наиболее эффективным способом.

Другими участками расположения специальных отделов венозной структуры являются руки, ступни, уши и нос. В них находятся непосредственные переплете-



Венозная сеть



ния малых артерий и вен, где кровь может перетекать из одних в другие, не проходя через систему капилляров в тканях. Основная функция таких артериально-венозных связей заключается в регулировании температуры тела. Когда они открыты, температура перестает расти, и тело охлаждается.

Механизм безопасности

На некоторых участках тела, например на руках и ногах, артерии и их ветви соединены таким образом, что они загибаются друг на друга и создают дополнительное, альтернативное русло для крови на случай, если какая-нибудь из артерий или ветвей повреждается. Это русло называется добавочным, коллатеральным, кровообращением.

В случае повреждения артерии ветвь соседней артерии, которая принимает на себя функции поврежденной, расширяется, обеспечивая более полное кровообращение. При физической нагрузке организма, например при беге, кровеносные сосуды мышц ног увеличиваются в размере, а кровеносные сосуды кишечника прикрываются, чтобы направить кровь к тому месту, где потребность в ней наиболее велика. Когда человек отдыхает после еды, происходит обратный процесс. Этому способствует кровообращение по обходным путям, которые называются анастомозами.

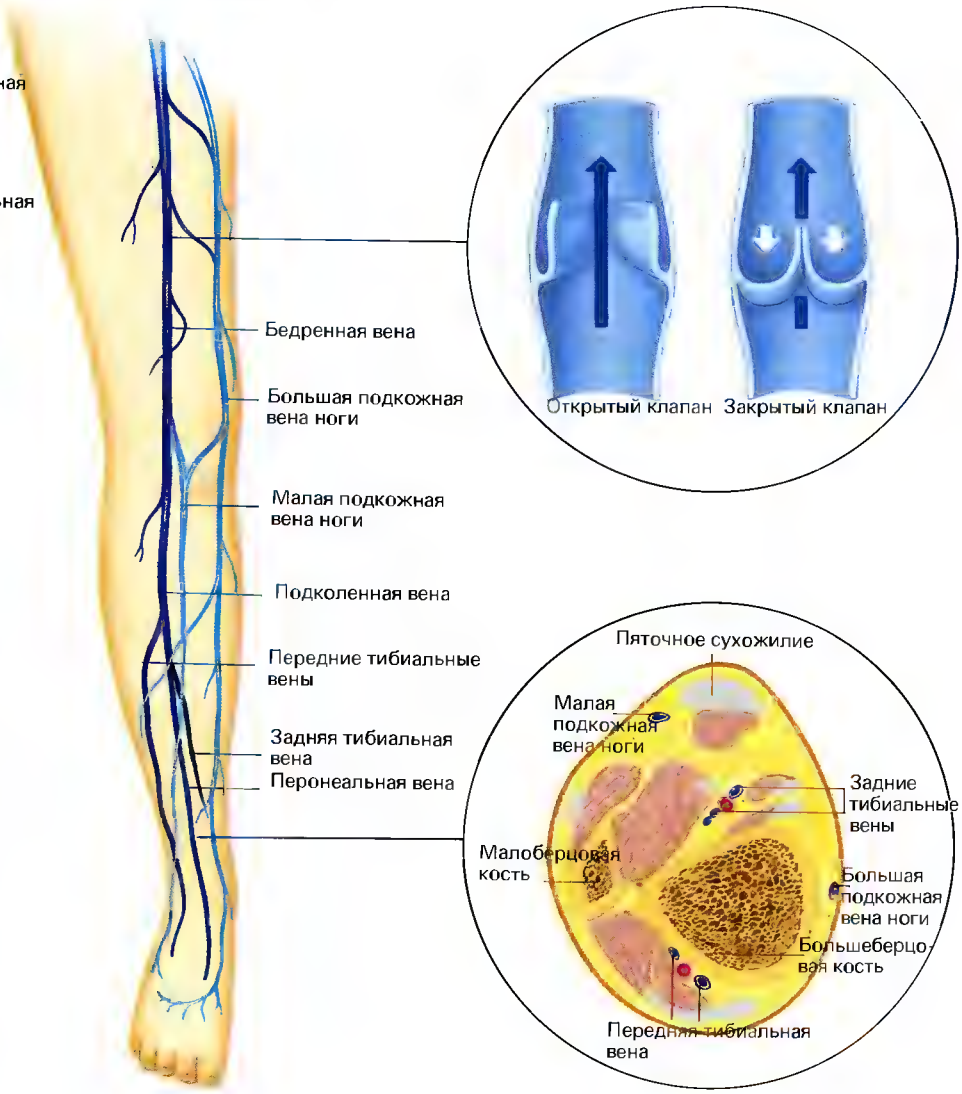
Распределение и ток крови

Кровь не распределяется равномерно по системе. В любой конкретный момент приблизительно 12 процентов крови находится в артериях и венах, которые несут кровь в легкие и из легких. Около 59 процентов крови находится в венах, 15 процентов — в артериях, 5 процентов — в капиллярах, а оставшиеся 9 процентов — в сердце. Скорость тока крови неодинакова по всем участкам системы. Кровь живо вытекает из сердца, проходя через аорту, со скоростью 33 см (13 дюймов) в секунду; но к моменту, когда она достигает капилляров, ее течение замедляется, и скорость становится 0,3 см (около $^{1}/_{10}$ части дюйма) в секунду.

Обратный ток крови по венам значительно усиливается, так что скорость крови на момент вхождения в сердце составляет 20 см (около 8 дюймов) в секунду.

Регулирование кровообращения

В нижней части мозга расположен участок, называемый сосудодвигательным центром, который управляет кровообращением, а следовательно, и кровяным давлением. Кровеносными сосудами, которые отвечают за контроль ситуации в системе кровообращения, являются артериолы, находящиеся между малыми артериями и капиллярами в кровеносной цепи. Сосудодвигательный центр получает информацию об уровне кровяного давления от нервов, чувствительных к давлению, которые располагаются в аорте и сонных артериях, а затем посылают указания в артериолы.

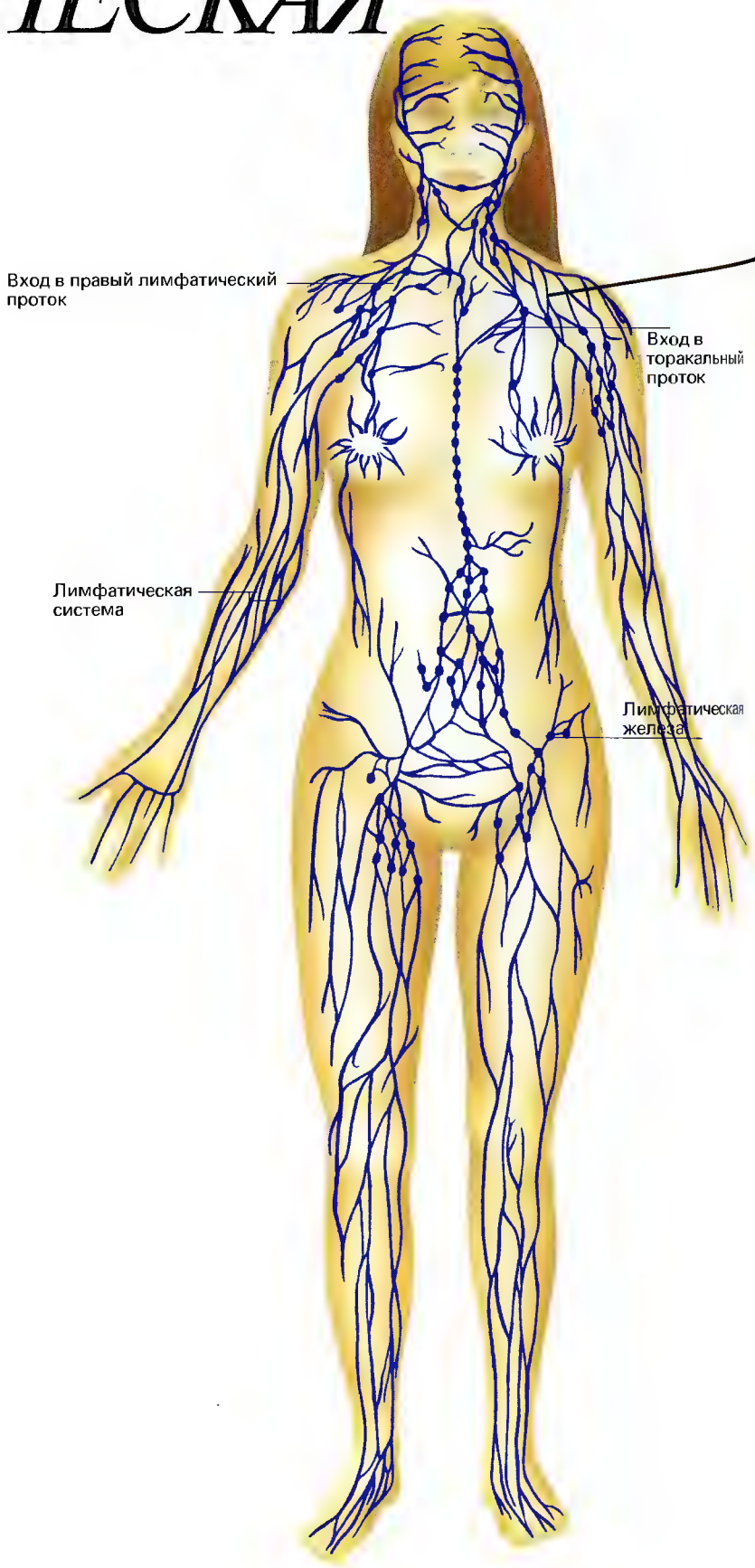


Внизу: На схеме вены, лежащие глубоко в ноге, показаны синим цветом, а поверхностные вены — голубым. Серия клапанов, открывающихся и закрывающихся (подобно шлюзам) в соответствии с непрерывно меняющимся давлением циркулирующей крови, обеспечивает постоянный поток крови (внизу), что является как бы противодействием действию силы тяжести. Поперечное сечение нижнего участка ноги (низ) показывает относительное расположение глубоко находящихся и поверхностных вен.

ГЛАВА 8

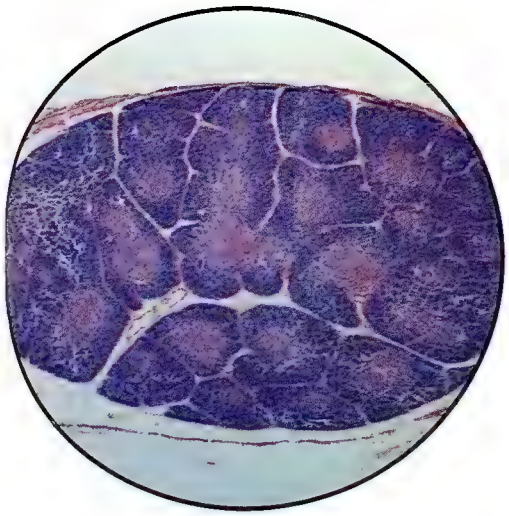
ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Лимфатическая система — это еще одна система сосудов в организме, по которой переносится жидкость. Лимфатические сосуды отвечают за вывод избыточной жидкости, инородных частиц и других веществ из тканей организма и клеток. Эта система, следовательно, предназначена для освобождения от отработанных и потенциально вредных частиц. Поэтому она действует непосредственно вместе с кровью, в частности, с белыми кровяными тельцами, лимфоцитами, которые особенно важны для защиты организма от болезней.



Справа: Лимфатическая система состоит из сети тонких сосудов, которые собирают избыточную жидкость (лимфу) из клеток организма и тканей и возвращают ее в кровяное русло. Лимфатические сосуды впадают в специальные вены около сердца через правый лимфатический проток и грудной проток. На рисунке-вставке показано сечение лимфатического узла, скопление тканей, распределенных по различным участкам тела на пути лимфатических сосудов.

Лимфатические сосуды



Лимфо-сосудистая, или лимфатическая, система состоит из лимфатических сосудов и высоко специализированных лимфоидных органов тканей, в том числе вилочковой (зобной) железы, селезенки и миндалевидных желез.

Малые лимфатические сосуды (самые маленькие из них называются лимфатическими капиллярами) проходят рядом с артериями и венами организма. Лимфатические сосуды собирают избыточную жидкость (лимфу) из тканей. Стенки лимфатических капилляров очень тонкие и сильно проницаемые, так что лимфа выносит большие молекулы и частицы, в том числе бактерии, которые не могут проникнуть в кровеносные капилляры.

Некоторые лимфатические сосуды имеют гладкую мышцу, которая ритмично сокращается в одном направлении, проталкивая вперед лимфу. Лимфатические сосуды также имеют клапаны, которые не дают лимфе течь в обратном направлении.

Лимфатические сосуды находятся во всех частях тела, за исключением центральной нервной системы, костей, хрящей и зубов. Компоненты лимфы, содержащейся в сосудах, зависят от места нахождения сосудов. Например, сосуды конечностей содержат жидкость, превышающую потребности организма, которая забрана из клеток кровеносных сосудов; поэтому лимфа богата протеином. Лимфа же кишечника полна жиров, называемых хилусом, который лимфа вбирает в себя из кишок во время пищеварения. Эта лимфа имеет молочный цвет.

На протяжении своего пути в разных местах лимфатические сосуды соединяются с тканевыми узлами, известными как лимфатические узлы (иногда их называют еще лимфатическими железами). Именно из них белые кровяные тельца, лимфоциты, начинают свое движение по организму как в кровеносных, так и в лимфатических сосудах. Лимфатические узлы располагаются вокруг больших артерий; прощупать узлы можно в тех местах, где артерии подходят близко к поверхности кожи. Например, лимфатические узлы встречаются в паху, подмышечной впадине, на шее. Попадая в лимфатические узлы, бактерии и другие инородные частицы, присутствующие в лимфе, отфильтровываются и уничтожаются. Покидая лимфатический узел, лимфа забирает лимфоциты и антитела — протеиновые вещества, которые активируют инородные частицы.

Все лимфатические сосуды, соединяясь вместе, образуют два больших протока — грудной и правый лимфатический проток, которые впадают в безымянные вены около сердца. Лимфа, следовательно, течет из тканей в кровь по лимфатической системе.

Разновидности лимфоцитов

Слева: Лимфоциты отвечают за иммунитет организма. Хотя они являются одной из разновидностей белых кровяных телец, они выполняют также определенную функцию в лимфо-сосудистой системе и присутствуют во многих лимфатических органах, в том числе миндалевидных железах и селезенке.

Органы и ткани

Селезенка является неотъемлемой частью лимфатической системы. Основное назначение селезенки — выступать в качестве фильтра для крови и вырабатывать антитела. Кроме того, увеличение селезенки, которое врачи могут констатировать, прощупывая (пальпируя) брюшную полость, часто указывает на наличие заболевания в какой-то области организма и означает, что необходимо дальнейшее обследование.

Селезенка располагается ниже диафрагмы в верхней левой части брюшной полости. Длина селезенки в норме составляет около 13 см (5 дюймов); она находится на уровне десятого ребра. У взрослого человека вес селезенки в среднем составляет примерно 200 г (около $^1/_2$ фунта), в случае же ее увеличения вес может достигать 2 кг ($4^1/_2$ фунта) и более.

Если взглянуть на селезенку невооруженным глазом, то она представится как волокнистая капсула, окруженная невыразительной красной кашицеобразной массой. Однако сразу можно различить мелкие зерна, которые называются мальпигиевыми тельцами. На самом деле эти гранулы являются скоплениями лимфоцитов.

Кровь снабжает орган через селезеночную артерию, которая, как любая другая артерия, разделяется сначала на малые артерии, а затем на артериолы. Однако артерии селезенки необычны тем, что они упакованы в лимфатическую ткань в местах, где проходят через пульпу селезенки. Артериолы неповторимы, поскольку вместо того чтобы соединяться с сетью капилляров, они оказываются открытыми непосредственно в вещество самой селезенки.

То, что селезенка свободно снабжается кровью, способствует выполнению двух ее основных функций. Во-первых, то, что артериолы окутаны лимфатической тканью, означает, что лимфатическая система вступает в непосредственный контакт с любым анормальным протеином в крови, вырабатывая антитела против него. Во-вторых, то, что кровь непосредственно входит в пульпу селезенки, также позволяет ретикулярным клеткам организма вступать в прямую связь с кровью, которую необходимо вывести. В то же время селезенка фильтрует кровь любых старых и изношенных клеток.

Функции селезенки

Селезенка является одним из главных фильтров крови. Ретикулярные клетки не только удаляют старые и изношенные кровяные клетки, но и любые анормальные клетки. Это относится в особенности к красным кровяным тельцам; однако селезенка при необходимости выборочно фильтрует также белые кровяные клетки и тромбоциты.

Селезенка удаляет и анормальные частицы, плавающие в кровеносном русле. Таким образом, селезенка играет важную роль в освобождении организма от вредных бактерий. Селезенка также участвует в образовании антител — протеинов, циркулирующих в крови, которые привязываются к инородному протеину, лишая его мобильности, с тем, чтобы белые кровяные клетки — фагоциты — могли разрушить его. Мальпигиевы тельца вырабатывают антитела.

В некоторых случаях селезенка играет важную роль в производстве новых кровяных клеток. Этого не происходит у здорового взрослого человека, но у людей, имеющих заболевание костного мозга, селезенка и печень оказываются основными участками образования красных кровяных клеток. Кроме того, селезенка плода вырабатывает большой объем крови эмбриона, когда он находится в утробе матери.

Как прочувствовать селезенку

У здоровых людей селезенку невозможно прочувствовать, но существует большой круг заболеваний, вызывающих ее увеличение. В таких случаях селезенку можно прощупать через стенки брюшной полости. Процедура проста: больной лежит на спине, врач начинает пальпировать низ брюшной полости, поднимаясь до верхнего левого угла. Селезенка двигается, когда пациент дышит. Поэтому больного просят глубоко дышать, так, чтобы можно было осязать движение селезенки.

Увеличение селезенки можно также обнаружить рентгеновским способом или используя радиоактивные изотопное сканирование.

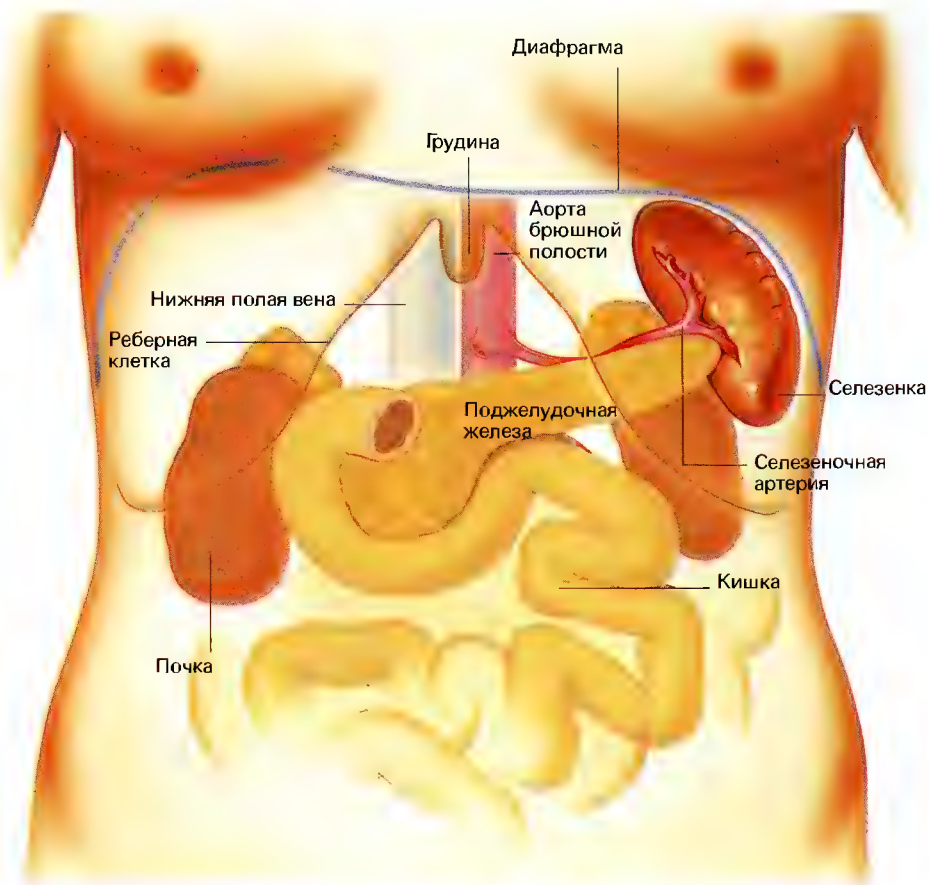
Вилочковая (зобная) железа

За последние два десятилетия выяснилось, что вилочковая железа (тимус) находится в центре замечательной мембраны взаимосвязанных органов и тканей, которые составляют лимфатическую систему и отвечают за иммунитет, то есть защищают человека от натиска источников инфекции.

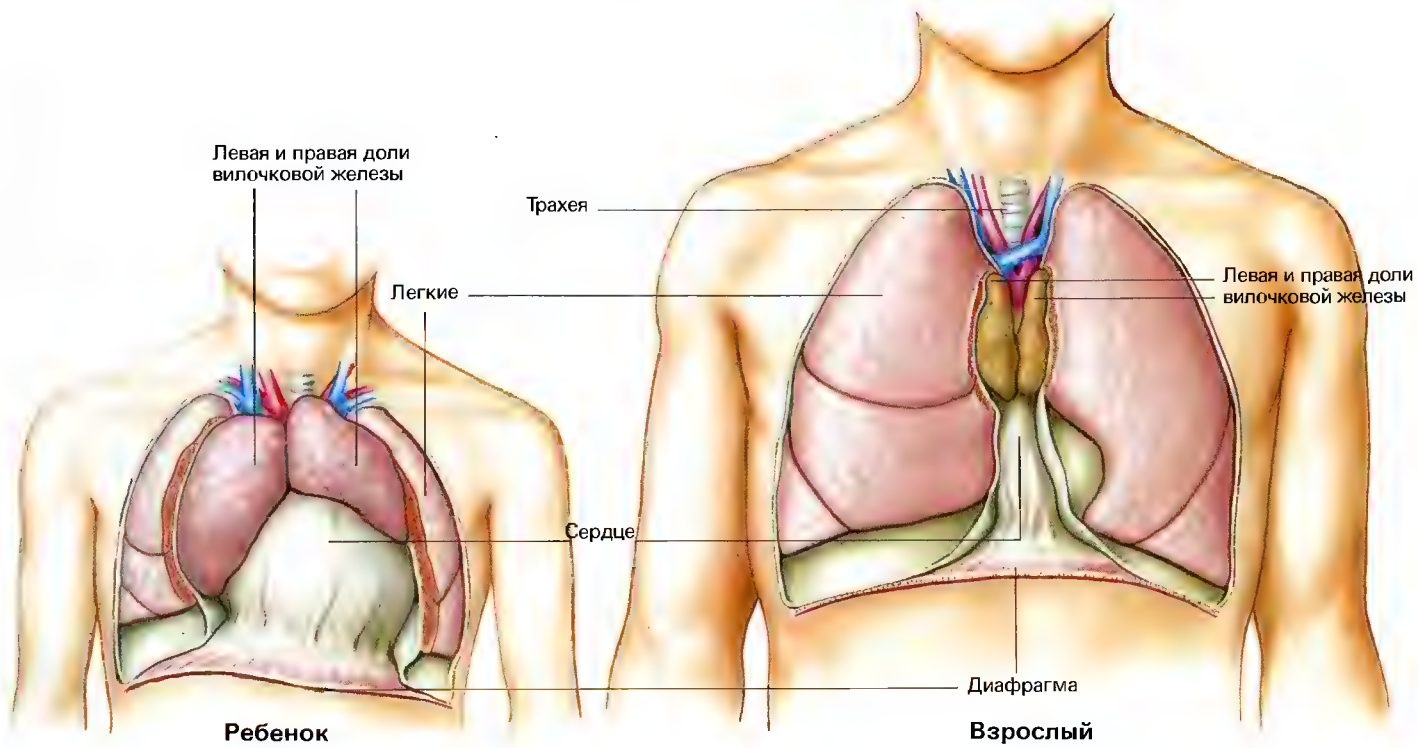
Все еще существует значительное недопонимание по поводу того, как вилочковая железа выполняет свои функции. Однако сейчас уже установлено, что вилочковая железа играет существенную роль в правильном функционировании лим-

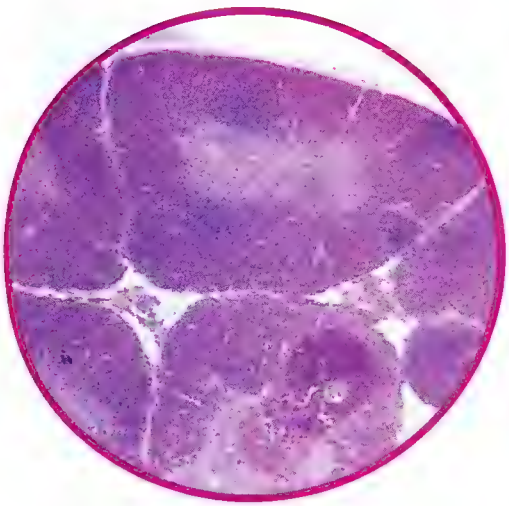
Внизу: Селезенка располагается в верхнем левом углу брюшной полости, чуть ниже диафрагмы Положение селезенки относительно незащищенное, поэтому она часто повреждается при травмах, и ее необходимо удалять.

Расположение селезенки



Размер и расположение вилочковой железы





Самый верх: Относительные размеры вилочковой железы ребенка и взрослого человека графически показывают ее важность в формировании иммунной системы организма на раннем этапе. У взрослого человека вилочковая железа значительно сжимается.

Наверху: Слабое увеличение среза нормальной вилочковой железы показывает некоторые особенности ее строения. Большие пурпурные массивы являются долями жизненно важного органа.

фатической системы. Основную же свою функцию вилочковая железа выполняет во время первых лет жизни человека.

Вилочковая железа находится в верхнем отделе грудной полости, где она располагается непосредственно за грудной костью. У молодого человека длина вилочковой железы составляет несколько сантиметров, вес равняется 15 г ($^1/_2$ унции). Однако эти простые факты скрывают замечательную черту вилочковой железы, а именно то, что в отличие от любого другого органа самой значительной величины она достигает на момент полового созревания, при котором может иметь вес до 45 г ($1^1/_2$ унции).

У младенца вилочковая железа действительно огромна по размеру в сравнении с телом, она может также сильно растягиваться в низ грудной полости сзади грудной кости. Вилочковая железа растет очень быстро приблизительно до семилетнего возраста; после этого тимус продолжает расти вплоть до полового созревания, но уже значительно медленнее.

После периода полового созревания вилочковая железа начинает сжиматься, уменьшаясь в размерах. Процесс этот называется инволюцией, обратным развитием, которое происходит до тех пор, пока у человека в пожилом возрасте не остается от ткани вилочковой железы ничего, кроме кусочка жирной и соединительной ткани.

Строение и функции

Вилочковая железа содержит много лимфоцитов, которые важны в деле защиты организма от заболеваний. Эти клетки присутствуют в крови, костном мозге, лимфатических железах и селезенке; их движение можно наблюдать также в тканях во время противовоспалительной реакции (см. с. 89).

Внешний слой вилочковой железы, называемый корой, содержит значительное количество лимфоцитов. Внутри вилочковой железы есть участок, называемый мозговым слоем, в котором кроме других видов клеток вилочковой железы находятся лимфоциты.

По-видимому, остается небольшое сомнение относительно того, что в раннем возрасте вилочковая железа закладывает способ, с помощью которого организм сопротивляется инфекции, в частности, вероятно, вилочковая железа контролирует то, чтобы система не обратила свои действия против собственных тканей организма.

Существуют два основных вида иммунных клеток в организме, и оба вида являются разновидностями лимфоцитов. Т-лимфоциты, или лимфоциты клеток вилочковой железы, управляются вилочковой железой и отвечают за распознавание инородных субстанций и за те многочисленные способы, какими организм разрушает их. Другим видом иммунной клетки является В-лимфоцит, который несет ответственность за реальное производство антител против инородных субстанций.

Остается неясным, каким образом вилочковая железа контролирует Т-лимфоциты, однако один важный механизм все же известен. По-видимому, около 95 процентов новых лимфоцитов, производимых в вилочковой железе, уничтожается в ней же, прежде чем они получают возможность проникнуть в другие отделы организма. Вероятной причиной этого является то, что лимфоциты обладают потенциалом, способным направить свое

действие против самого организма. Вилочковая железа дает возможность развиваться только тем клеткам, которые разрушают внешние или инородные субстанции.

Миндалины и аденоиды

Миндалины являются частью кольца лимфоидной ткани (кольца Вальдейера), которое окружает вход в пищевод и дыхательный проход в горле. Хотя миндалины имеются у ребенка уже при его рождении, их размеры относительно малы; быстро увеличиваясь в течение первых нескольких лет жизни, миндалины после достижения человеком половой зрелости уменьшаются, однако полностью не исчезают.

Точная функция миндалин неизвестна, но полагают, что они играют важную роль в защите организма от болезней. Их расположение идеально для того, чтобы подвергать тщательному анализу все проглатываемое человеком и реагировать на то, что представляет опасность для организма. Этот иммунитет имеется за счет лимфоцитов, которые вырабатываются в миндалинах. Кроме того, миндалины производят антитела, которые противостоят инфекции на локальном уровне.

Почти каждый человек хотя бы раз в своей жизни болел ангиной. Микроорганизмом, вырабатывающим инфекцию, обычно является стрептококк (определенный вид бактерии). Когда в миндалины попадает инфекция, они увеличиваются и воспаляются, на их поверхности появляются крупинки гноя. К счастью, обычные антибиотики оказывают прекрасное действие, поэтому улучшение состояния наблюдается в течение 36—48 часов. Симптомы болезни можно ослабить, если употреблять мягкую пищу и пить много жидкости; а такие болеутоляющие средства, как аспирин, не только снимают боль, но и снижают температуру тела.

Аденоиды — это лимфатические железы, которые расположены на задней стенке носовой полости, там, где дыхательный проход соединяется с проходом задней части ротовой полости, или фаринксом. Лимфа, участвующая в этой системе, служит защитой организма от болезней, а лимфатические узлы, такие, как аденоиды, содержат клетки, противостоящие инфекции, а именно — белые кровяные тельца. Аденоиды расположены таким образом, что любая вдыхаемая через нос инфекция отфильтровывается и благополучно уничтожается ими. Но иногда могут случаться недоразумения.

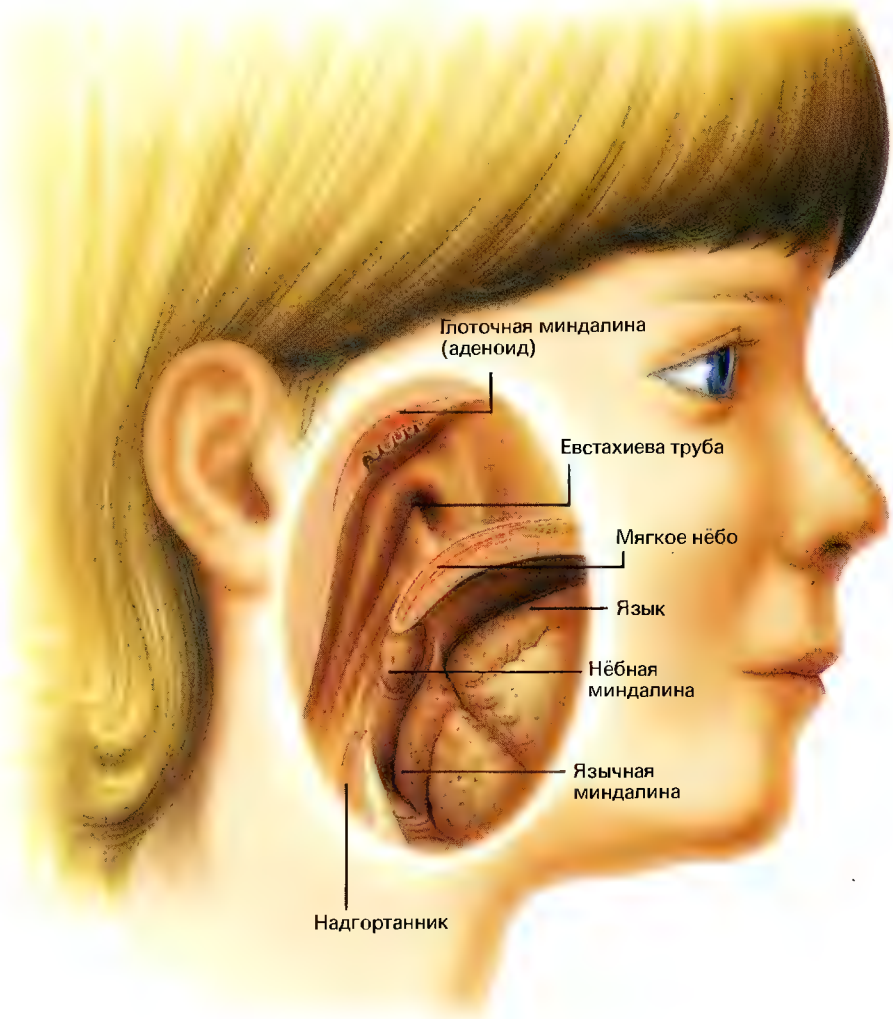
Аденоиды имеются у человека с рождения, но по достижении им половой зрелости они в основном исчезают. Аденоиды наиболее заметны в детском возрасте — от одного года до четырех лет. Это происходит от того, что в этом возрасте ребенок постоянно подвергается новым видам инфекции, которую несут бактерии и вирусы.

Не до конца установлено, каким образом инфекция попадает в сами аденоиды, но любые дыхательные возбудители инфекции могут воздействовать на аденоиды. Как только аденоиды повреждаются, может начаться хроническая инфекция. Если аденоиды периодически воспалены, они начинают опухать, что может усиливать болезненный эффект.

Иммунная реакция

Иммунная реакция — это реакция организма на вторжение в него инородных субстанций путем мобилизации белых кровяных клеток, известных как лимфоциты. Поскольку лимфоциты изначально вырабатываются в костном мозге, они

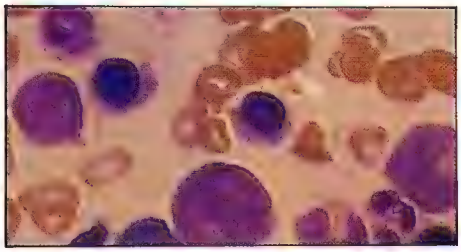
Расположение миндалин и аденоидов



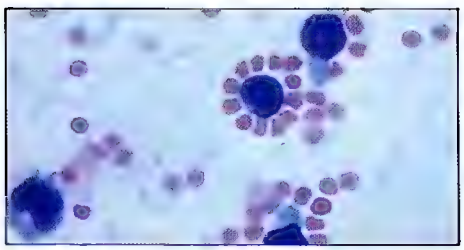
Слева: Миндалины окружают вход в дыхательный и пищеварительный проходы (сверху). Полагают, что миндалины защищают организм от инфекции. Но если инфекция попадает в сами миндалины (наиболее частое следствие попадания инфекции — ангина), они воспаляются и опухают, затрудняя глотание и даже дыхание и вызывая при этом боль.

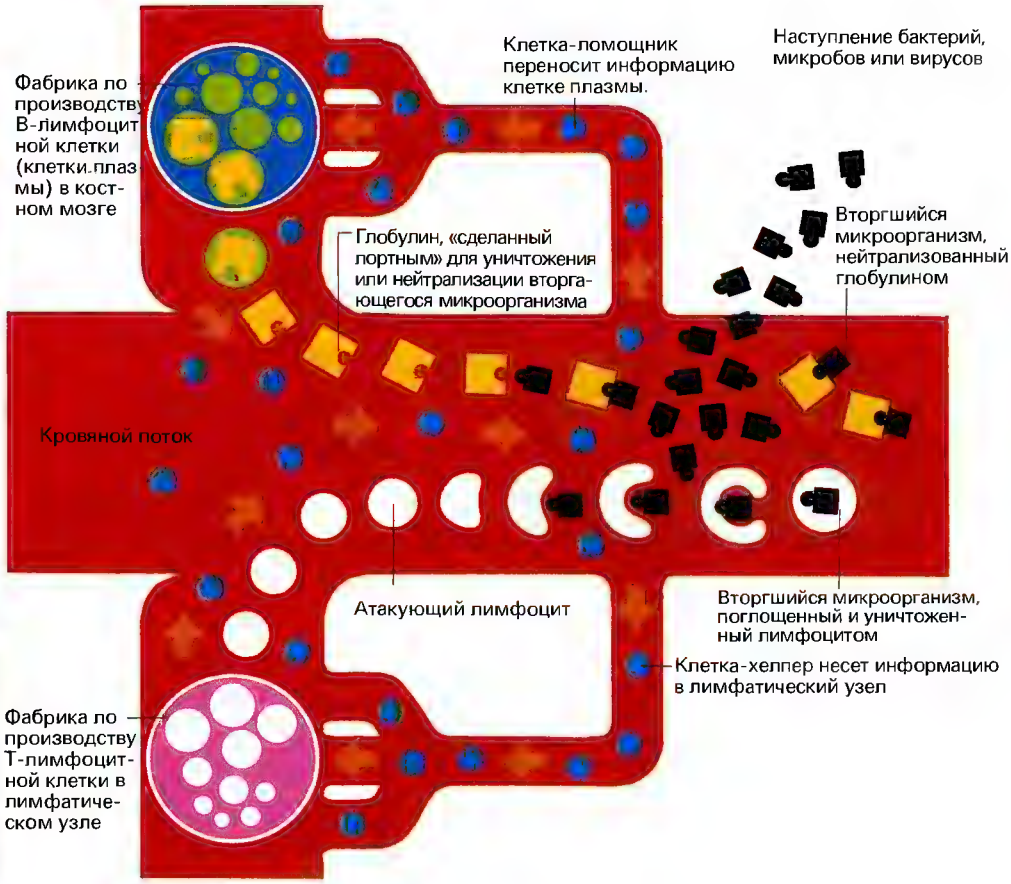
Как функционируют клетки, вырабатывающие иммунитет

В-лимфоциты



Т-лимфоциты





Вверху: Клетки плазмы, которые происходят от В-лимфоцитов, производят иммуноглобулины, попадающие в кровяной поток, чтобы отразить натиск бактерий, микробов и вирусов. Подобно В-лимфоцитам, Т-лимфоциты, вырабатывающиеся в лимфатических узлах, готовы поражать инородные ткани и вирусы посредством клеток-помощников, которые несут информацию об инвазии развивающим лимфоцитам. Они развивают химическую память особого протеина, или антигена, содержащегося в проникающих инородных микроорганизмах, чтобы потом при последующей инвазии подобных микроорганизмов лимфоциты смогли распознать и уничтожить их. Таким образом в организме вырабатывается иммунитет против определенных вирусов.

циркулируют в организме по кровеносным и лимфатическим сосудам, а также содержатся в лимфатических узлах. Таким образом, лимфоциты являются составляющими элементами двух систем: сердечно-сосудистой и лимфатической.

Лимфоциты развиваются в клетки двух типов. Первый тип, который включает антитела, известен как В-лимфоцит, или В-клетка. Клетка второго типа внешне похожа на клетку первого типа, но отличается от нее выполняемой функцией и называется Т (тимус)-клеткой, или Т-лимфоцитом. Существует два различных вида Т-клеток: клетки-помощники (хелперы), помогающие В-клеткам в производстве антител, и клетки-подавители (клетки-супрессоры), мешающие В-клеткам вырабатывать антитела. В-клетки и Т-клетки, которые уничтожают любые поражающие микроорганизмы, нередко относят к клеткам-убийцам (киллерам).

Много неясного в природе иммунной реакции. Но по новым данным оказывается, что когда поражающий микроорганизм попадает в организм, он по лимфатическим сосудам переносится или в близлежащий лимфатический узел, или в селезенку.

Среди моноцитов различают клетки, называемые макрофагами, которые окружают и поглощают микроорганизм и в какой-то степени передают микроорганизм в Т-клетки и В-клетки. Эти клетки овладевают «химической памятью» особого протеина, или антигена, содержащегося в поражающем микроорганизме. Поэтому они являются иммунокомпетентными.

Следовательно, иммунокомпетентные Т-клетки и В-клетки могут распознать антиген, если в следующий раз повторится подобная инвазия. В случае инвазии Т-клетки и В-клетки размножаются, производя другие Т-клетки и В-клетки, способные сражаться с антигеном и обезвреживать его. Таким образом организм вырабатывает иммунитет против определенных инородных субстанций.

В-клетки, имеющие дело с инородными микроорганизмами, дифференцируются на клетки плазмы, которые вырабатывают гамма-глобулины, или антитела. Они соединяются с антигеном микроорганизма и разрушают его. Этот процесс называется гуморальной иммунной реакцией. Производство Т-клеток, способных противостоять инородным микроорганизмам, называется клеточной иммунной реакцией.

Аллергии и отторжение ткани

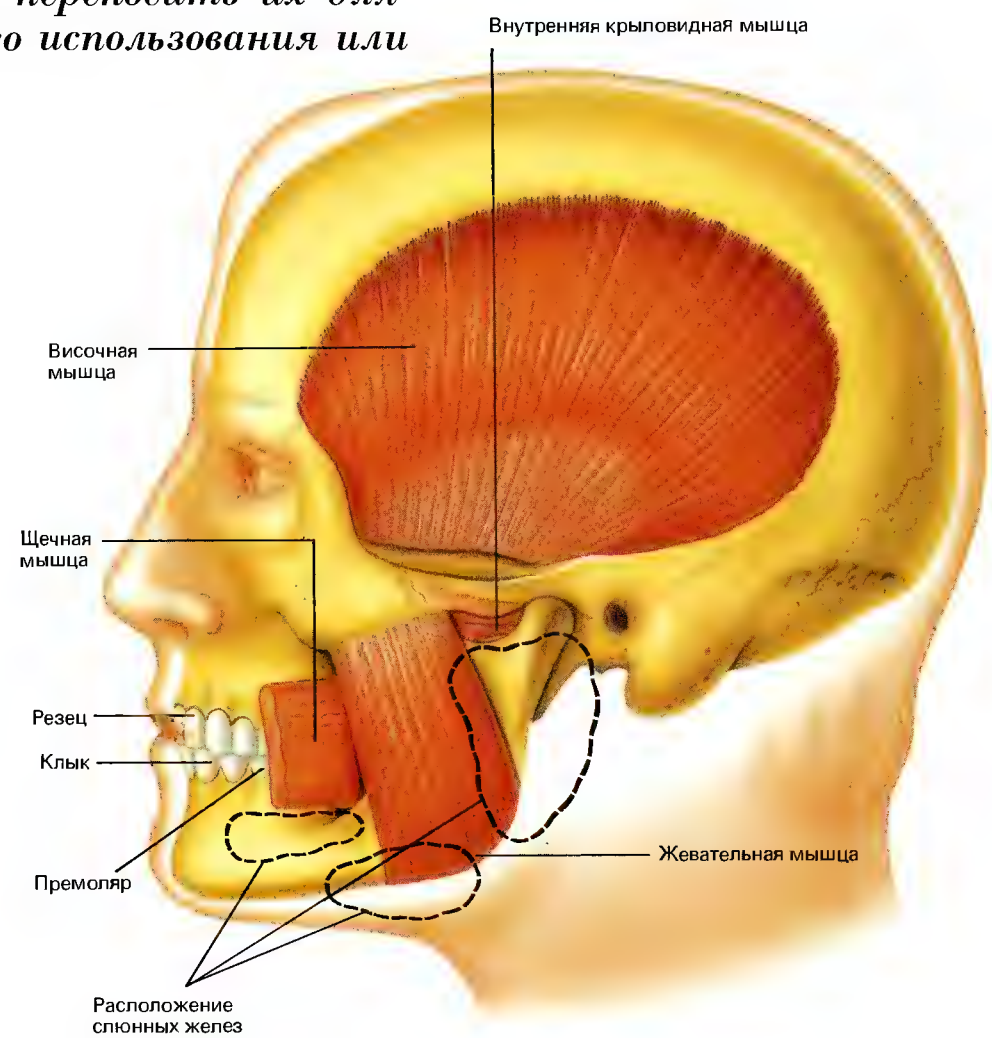
Клеточная иммунная реакция может дать обратный эффект в случае, когда ткань от одного человека пересаживается, или трансплантируется, другому. Лимфоциты воспринимают пересаженную ткань как инородную и реагируют путем ее захвата и разрушения. Этот процесс часто называют отторжением ткани. Для решения данной проблемы были сделаны определенные попытки совместить ткани донора и реципиента или лечить реципиента гормонами.

Гуморальная иммунная реакция может сработать против самого организма человека, нередко вызывая аллергию. Безвредные вещества, такие как пыльцевые зерна, провоцируют производство антител, которые оказываются вредными, так как влекут за собой высвобождение в тканях определенных субстанций, например гистамина. Выделенные субстанции оказывают разрушительное действие на кровеносные сосуды и мышечные ткани.

ГЛАВА 9

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

В результате пищеварения питательные вещества и вещества, вырабатывающие энергию, становятся доступными для тканей и клеток организма. Пищеварительная система зависит от ряда органов, желез и их ферментов, которые расщепляют потребляемую человеком пищу на отдельные компоненты. Эти компоненты может забирать кровь из тонкой кишки и переносить их для непосредственного использования или накопления.



Справа: В процессе пережевывания пищи участвует ряд лицевых мышц, работающих вместе с зубами, языком и слюнными железами. Кусание контролируется двумя мышцами — жевательной и височной; жевание регулируется сокращением щечных мышц, которые сжимают скулы, а также положением пищи во рту. Внутренние крыловидные мышцы двигают челюсть из стороны в сторону, а внешние крыловидные мышцы двигают челюсть вперед и назад.

Пищеварение

Пищеварение — это процесс расщепления пищи на вещества, которые могут абсорбироваться и использоваться организмом для получения энергии, для роста и восстановления.

Пищеварительная система зависит от действия веществ, называемых энзимами, на пищу, которую съедает человек. Эти вещества вырабатываются органами, примыкающими к пищеварительному тракту. Они несут ответственность за многие химические реакции, участвующие в пищеварении.

Изменения начинают происходить уже во рту. Когда пища пережевывается, слюнные железы, расположенные под языком, ускоряют секрецию, а энзим птиалин, который они вырабатывают, начинает разлагать некоторые из углеводов на мелкие молекулы, известные как мальтоза и глюкоза.

Пища спускается далее по пищеводу и попадает в желудок, где оказывается в смеси химических веществ — слизи, соляной кислоты и энзима пепсина. Энзим птиалин заканчивает свое действие, однако начинается новая серия химических реакций, запускаемых нервными импульсами.

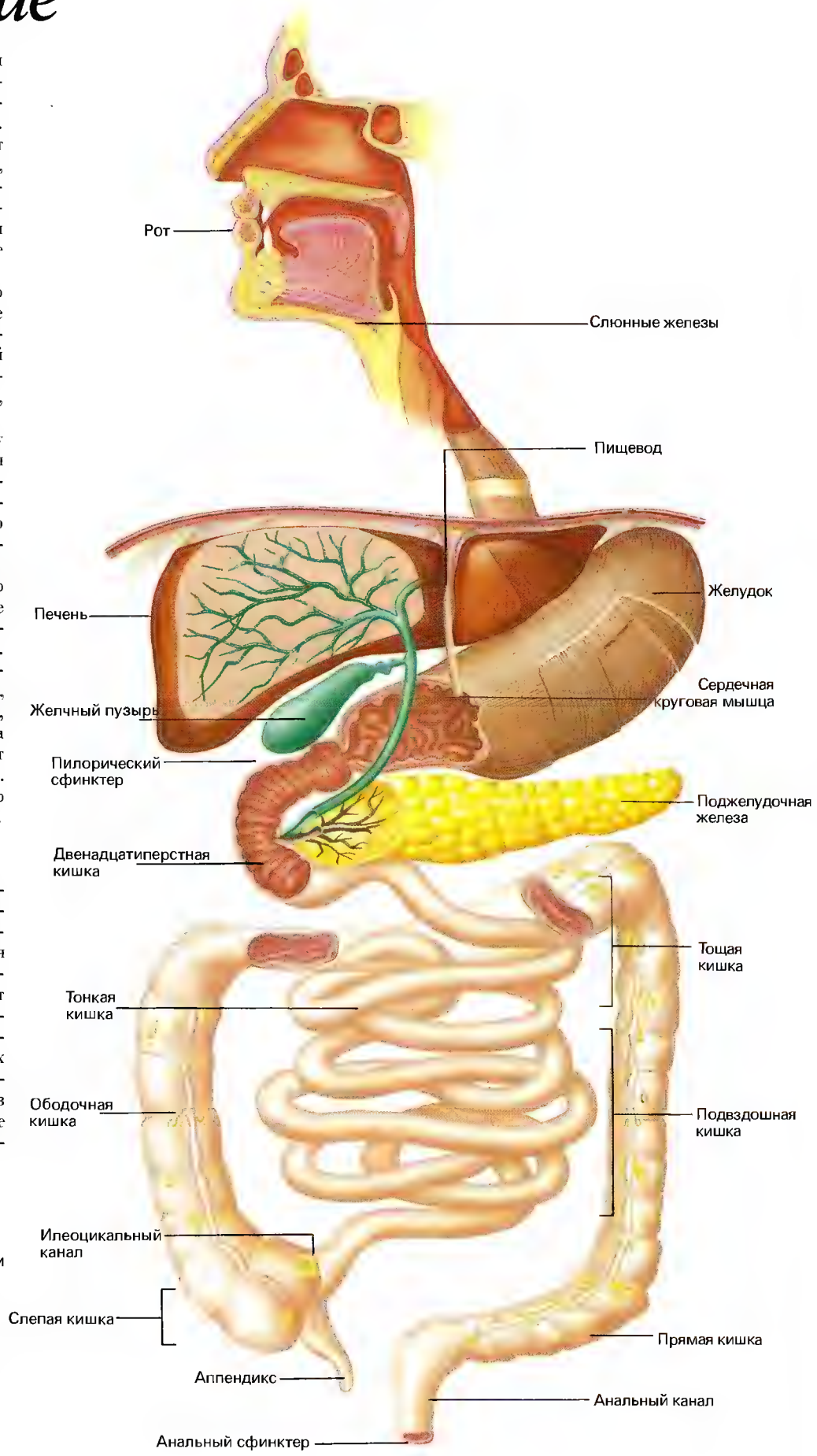
Количество выделяемого желудочного сока регулируется в желудке и кишечнике посредством нервных импульсов, присутствием самой пищи и выделением гормонов.

Гормон гастрин побуждает клетки желудка выделять соляную кислоту и пепсин, после того как пища поступает в желудок, чтобы происходило расщепление пищи на пептоны. Слизистая секреция не позволяет кислоте разрушать желудочный покров. Когда кислотность достигает определенного уровня, выработка гастрина прекращается.

В тонкой кишке

Пища, покидая желудок в виде кашицеобразной кислотной жидкости, называемой химусом, поступает в двенадцатиперстную кишку, которая является начальным отделом тонкой кишки. Двенадцатиперстная кишка вырабатывает и выделяет большое количество слизи, которая защищает ее от повреждения кислотой, содержащейся в химусе и в других энзимах. Двенадцатиперстная кишка получает также пищеварительные соки из поджелудочной железы и значительное количество желчи, которая вырабатыва-

Пищеварительный тракт



Справа: Пищеварительный тракт представляет собой мышечную трубу длиной около 10 метров (33 фута), которая начинается от ротовой полости и заканчивается у ануса. В действительности пищеварительный тракт является частью двух различных систем. Первая, пищеварительная, система включает структуры от ротовой полости до конца тонкой кишки. Вторая система — от толстой кишки до ануса — отвечает за вывод из организма непереработанной пищи и является частью экскреторной (выделительной) системы.

ется в печени и хранится в желчном пузыре до момента использования.

Два гормона стимулируют выделение поджелудочных соков. Гормонный секретин стимулирует выработку большого количества щелочных соков, которые нейтрализуют кислотный, частично переваренный химус. Поджелудочные энзимы вырабатываются в ответ на выделение второго гормона — панкреозимина. Желчь также поступает в двенадцатиперстную кишку из желчного пузыря, чтобы расщеплять жирные глобулины.

Поджелудочные энзимы помогают перевариванию не только жиров, но и углеводов и протеинов. Эти энзимы включают в себя: трипсин, который расщепляет пептоны на малые единицы, называемые пептидами; липазу, которая расщепляет жир на малые молекулы глицерина и жирных кислот; амилазу, которая расщепляет углеводы на мальтозу.

Переваренная пища поступает затем в тощую кишку и подвздошную кишку, а затем в тонкую кишку, где происходят заключительные этапы химических изменений. Энзимы выделяются клетками в маленьких впадинах на стенках тощей кишки и подвздошной кишки, которые известны как кишечные крипты.

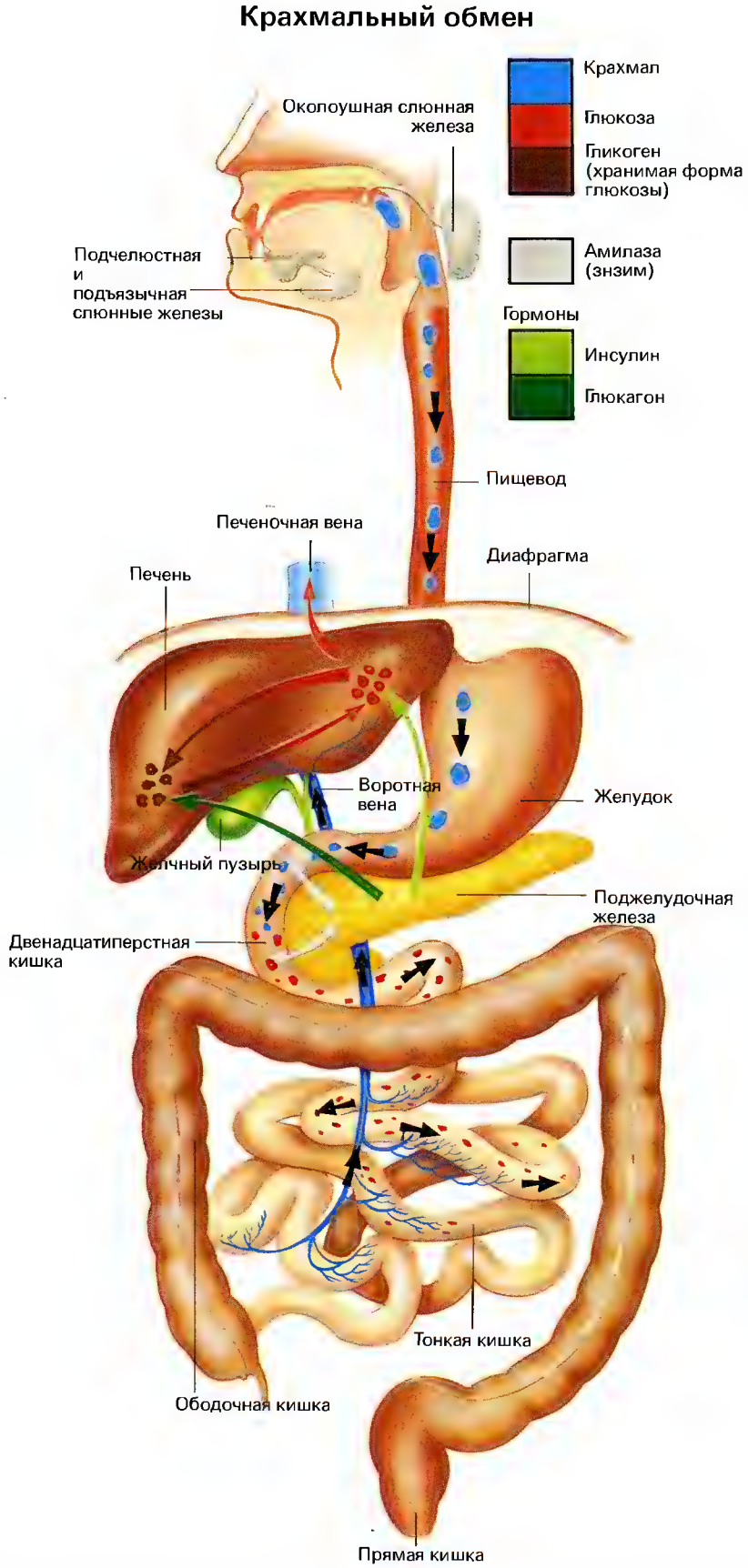
Основное всасывание пищи происходит в подвздошной кишке, на стенках которой имеются миллионы мельчайших выступов — ворсинок. Каждая ворсинка имеет капилляр, мельчайшее, слепо заканчивающееся ответвление лимфатической системы, известное как млечный сосуд. Когда переваренная пища соприкасается с ворсинками, глицерин, жирные кислоты и нерастворенные витамины попадают в млечные сосуды и переносятся в лимфатическую систему, а затем выходят в кровяной поток.

Аминокислоты, полученные путем расщепления протеина, сахар, полученный из углеводов, а также витамины и важные минеральные вещества, такие, как кальций, железо, йод, непосредственно всасываются в капилляры, находящиеся в ворсинках. Эти капилляры ведут в печеночную воротную вену, которая транспортирует пищу прямо в печень. Печень, в свою очередь, отфильтровывает некоторые вещества для своих потребностей и для накопления. Оставшиеся вещества поступают в общий кровоток организма.

Расщепление крахмала

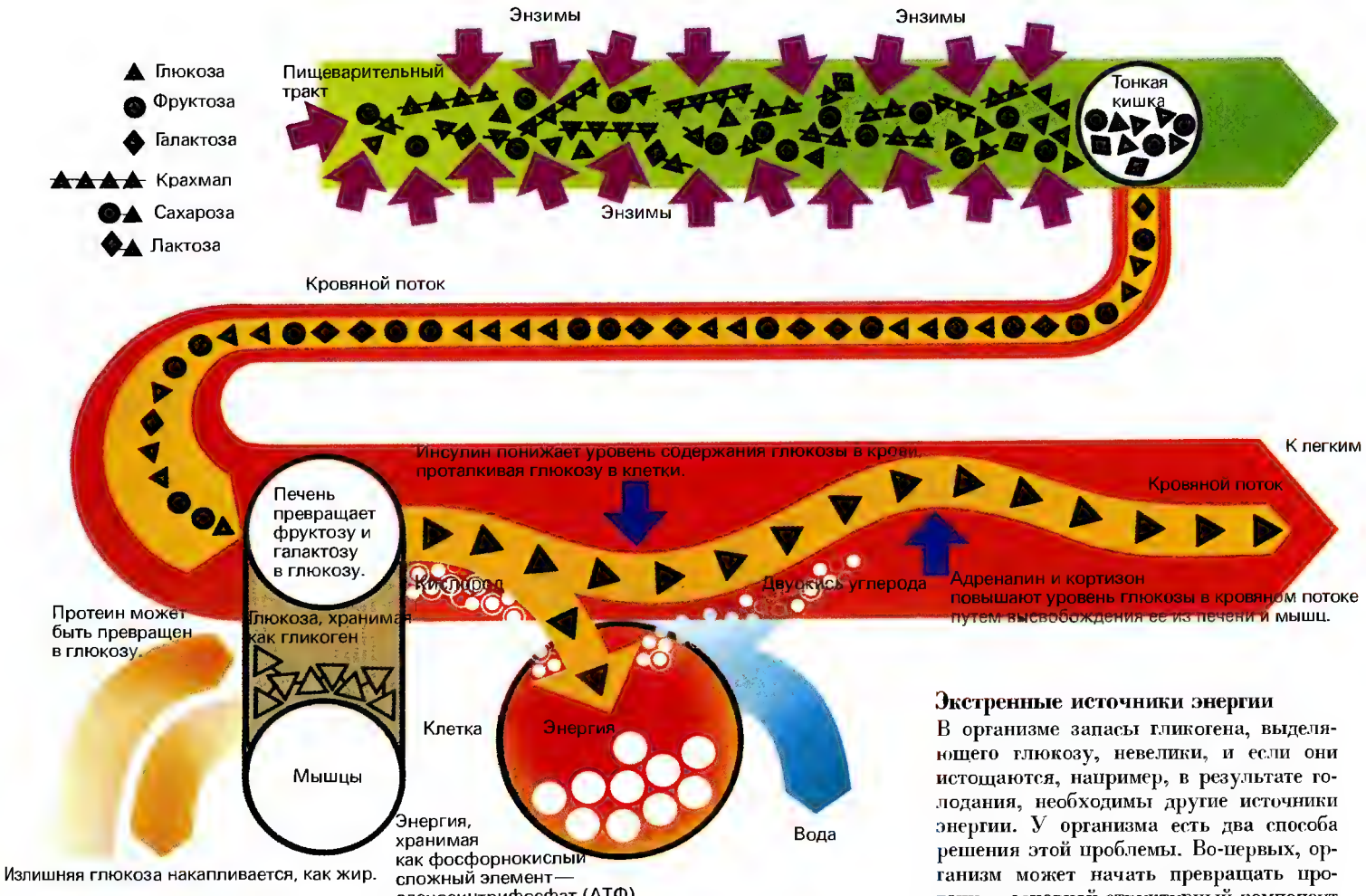
Одной из задач пищеварительной системы является расщепление углеводов крахмала, содержащихся в картофеле, хлебе и другой пище, на отдельные молекулы сахара. Этот процесс расщепления начинается во рту, где имеется энзим, расщепляющий крахмал (или химический фермент), — амилаза, которая содержится в слюне. Амалаза обильно перемешивается с пищей, когда та проходит через желудок в кишечник.

Амалаза расщепляет крахмал на пары молекул сахара, которые в дальнейшем также разлагаются другими энзимами в тон-



Сверху: В процессе пищеварения крахмал расщепляется на глюкозу энзимом амилазой. Кровь переносит глюкозу в печень. Если уровень содержания глюкозы высокий, инсулин — гормон поджелудочной железы — способствует превращению лишней глюкозы в гликоген, который хранится в печени. Если уровень содержания глюкозы в крови низкий, то поджелудочная железа выделяет другой гормон — глюкагон, который действует таким образом, что накопленный гликоген начинает выделяться

Как организм использует глюкозу



как глюкоза. В процессе пищеварения энзимы расщепляют углеводы на глюкозу, фруктозу и галактозу, которые всасываются в кровяной поток в тонкой кишке. Печень превращает их всех в глюкозу, которая накапливается как гликоген в печени и мышцах и выделяется в клетки для использования их в качестве энергии (вода — побочный продукт) или хранения в виде аденозинтрифосфата. Гормоны контролируют содержание глюкозы в крови

кой кишке. В результате этого всасываются только молекулы сахара. Затем сахар кровяным потоком доставляется в печень. Печень превращает фруктозу и другие подобные сложные компоненты в глюкозу.

Организм обладает достаточным количеством механизмов, которые контролируют необходимый уровень содержания глюкозы в крови. Эти механизмы основываются на выделении и приостановлении выделения глюкозы, хранимой в печени. Глюкоза накапливается как сложный элемент, называемый гликогеном, который представляет собой свободную сетку молекул глюкозы.

Как только глюкоза выделяется в кровь, она забирается клетками. Особое значение имеет при этом инсулин. Инсулин так же, как и амилаза, вырабатывается поджелудочной железой из специальных островков ткани, называемых островками Лангерганса. Но в отличие от амилазы инсулин выделяется в кровь, а не в кишечник.

Когда глюкоза попадает в клетки, она сжигается вместе с кислородом, вырабатывая энергию. Углекислота и вода являются продуктами обмена данного процесса. Двуокись углерода уносится кровью в легкие, которые ее выдыхают, а вода соединяется с водной средой организма, составляющей 70 процентов веса тела.

Подобно тому, как печень хранит глюкозу в виде гликогена, энергия, полученная после сгорания глюкозы, накапливается в каждой клетке для того, чтобы использоваться постепенно, обеспечивая химические реакции, от которых зависит жизнедеятельность клеток. Для этого клетки вырабатывают фосфорнокислые сложные элементы с высоким содержанием энергии, которые легко расщепляются, высвобождая энергию. Эти фосфорнокислые сложные вещества (аденозинтрифосфат, или АТФ) подобны батарейке, которая используется и перезаряжается по необходимости, выделяя энергию малыми порциями, в соответствии с потребностями. Перезарядка происходит в результате сгорания глюкозы.

Экстренные источники энергии

В организме запасы гликогена, выделяющего глюкозу, невелики, и если они истощаются, например, в результате голодания, необходимы другие источники энергии. У организма есть два способа решения этой проблемы. Во-первых, организм может начать превращать протеин — основной структурный компонент организма — в глюкозу. Во-вторых, организм может сжигать жир, содержащийся в тканях, вместо глюкозы. Жир является таким же хорошим источником энергии, как и глюкоза, но при его сгорании образуются дополнительные продукты обмена, называемые кетонами (см. с. 116).

Контроль за уровнем содержания глюкозы

Необходимо поддерживать уровень содержания глюкозы в крови в определенных пределах для сохранения хорошего самочувствия. Слишком высокое содержание ее в крови вызывает диабет. Если же уровень глюкозы падает ниже нормы, мозг перестает адекватно функционировать, вызывая потерю сознания — гипогликемию.

Постоянный уровень глюкозы в крови поддерживается путем сбалансированного действия инсулина (который понижает содержание глюкозы в крови, проталкивая ее в клетки) и ряда других гормонов, которые повышают содержание глюкозы в крови, высвобождая глюкозу из печени. Наиболее важными являются адреналин и кортизон, которые выделяются надпочечником. Другой гормон, называемый гормоном роста, вырабатывается гипофизом мозга. Гормон роста также стремится увеличить содержание глюкозы в крови.

Рот

Рот человека представляет своеобразную пещеру, в которой находятся язык и зубы. Границей ротовой полости являются губы. Ротовая полость соединяется с проходами, ведущими в пищеварительный тракт и легкие. Ротовая полость связана с двумя важнейшими системами организма, а именно: она задействована в процессах пищеварения и дыхания. Ротовая полость также связана с речью.

Благодаря губам рот приобретает свойственные ему очертания и выражение. Губы состоят из мышечных волокон, покрытых эластичной тканью и обильно снабженных нервами, которые придают губам повышенную чувствительность.

Губы покрыты смягченной кожей, которая является промежуточным структурным звеном между собственно кожей, покрывающей лицо, и оболочкой, покрывающей внутреннюю поверхность ротовой полости. Кожа губ в отличие от собственно кожи не имеет волосяного покрова, потовых желез и желез, выделяющих жировую смазку.

Ротовая полость имеет слизистую оболочку, которая содержит железы, выделяющие слабо клейкую прозрачную жидкость — слизь. Непрерывная секреция этих желез обеспечивает постоянную влажную среду в ротовой полости, чему также способствует деятельность слюнных желез. Оболочка щек подвержена повреждениям различного рода, однако имеет замечательную способность к восстановлению.

В верхней передней части ротовой полости находится твердое нёбо, которое переходит в мягкое нёбо, расположенное за твердым. Твердое нёбо, образуемое основанием верхней челюстной кости, или основанием верхней челюсти, дает языку возможность прижиматься к твердой поверхности, тем самым способствуя перемешиванию и размягчению пищи. Мягкость мягкого нёба имеет важное значение, так как позволяет ему подниматься при глотании пищи, а значит, не дает пищи попасть в носовую полость, проходы которой открываются в задний отдел ротовой полости.

Из центра мягкого нёба свисает кусочек ткани, называемый язычком, или «третьей миндалиной». Настоящая функция язычка остается невыясненной, однако существует мнение, что язычок является надежной заслонкой дыхательного тракта, не давая человеку подавиться при глотании пищи.

Язык

Язык имеет форму треугольника с широким основанием и почти острым кончиком. У основания, или корня, язык прикрепляется к нижней челюсти и к подъязычной кости черепа. По бокам корень языка соединен со стенками фаринкса, находящегося в задней части полости рта.

В средней части язык имеет выпуклую верхнюю поверхность, нижняя его поверхность соединена с дном ротовой полости посредством тонкого ремня ткани, называемого уздечкой. Кончик языка свободно двигается, однако когда человек не ест и не говорит, язык аккуратно лежит во рту, касаясь своим кончиком передних зубов.

Движения языка определяются мышцами, из которых он состоит и посредством которых прикрепляется, а также расположением его в ротовой полости.

Сам язык содержит мышечные волокна, продольные и поперечные, которые позволяют ему двигаться. Разнообразие движениям языка придают сокращения мышц, расположенных на шее и в боковых отделах челюстей. Например, шилоязычная мышца шеи отвечает за движения языка вверх и назад, подъязычно-язычная мышца шеи опускает язык в нормальное расслабленное положение.

Во время приема пищи основная работа языка заключается в передаче этой пищи зубам для пережевывания и в скатывании размягченной пищи в шарик, приемлемый для глотания. Такие действия совершаются посредством закручивающихся движений языка и его движений вверх и вниз. После выполнения своей функции язык проталкивает шарик пищи в фаринкс, расположенный в заднем отделе ротовой полости, откуда проглоченная пища попадает в пищевод и далее в желудок.

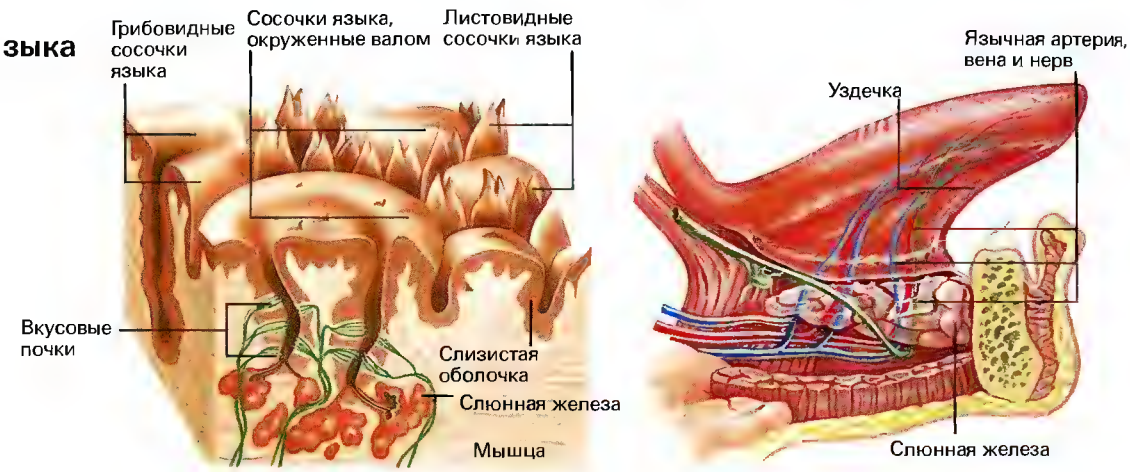
Слюнные железы

Ежедневно организм вырабатывает около 1,7 литра (3 фунтов) слюны, представляющей собой водную секрецию, состоящую из слизи и жидкости. Слюна содержит энзим птиалин, который помогает пищеварению, и химическое вещество, называемое лизозимом, которое выступает в роли дезинфицирующего средства, защищая ротовую полость от инфекции. Слюна, следовательно, обладает антисептическими свойствами.

Слюна вырабатывается тремя парными железами, расположенными на лицевой части тела и шее: околоушной железой, подчелюстной железой и подъязычной железой. Имеется также большое количество более мелких желез, расположенных в ротовой полости. Каждая слюнная железа состоит из ветвящихся труб, примыкающих друг к другу и содержащих секреторные клетки. Назначение секреторных клеток отличается от функции самих желез, а жидкость, которую выделяют секреторные клетки, также не похожа на жидкость, выделяемую железами.

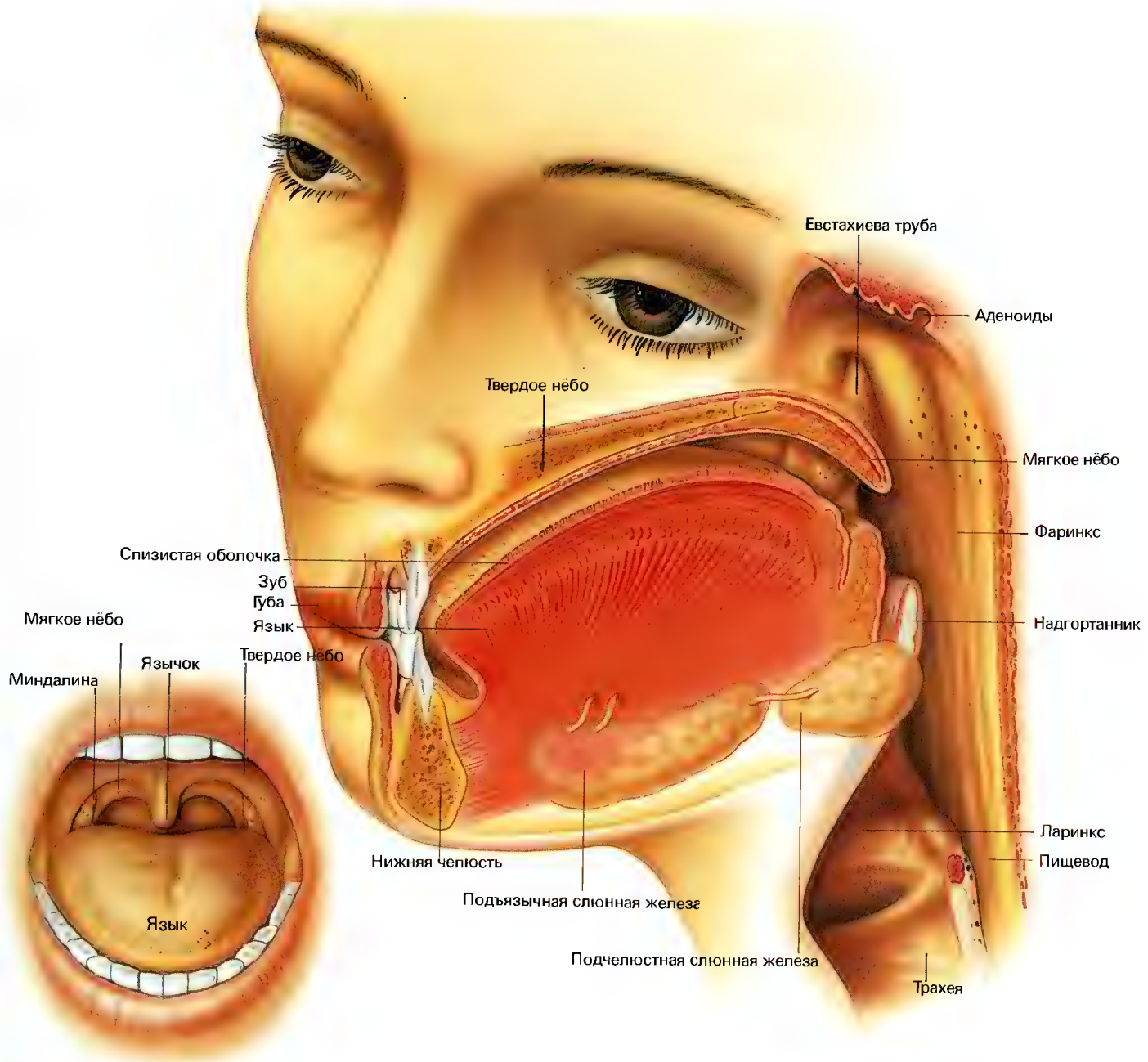
Околоушные железы являются самыми крупными из слюнных желез. Они расположены в шейном отделе тела, в угловой части челюсти и тянутся вверх до скуловой кости впереди уха. Слюна из

Поперечное сечение языка



Справа: Рисунки показывают, каким образом язык крепится внутри ротовой полости (крайний справа), а также строение языка (справа), в частности, представляя сосочки, расположенные на поверхности языка и вкусовые почки, слюнные железы и мышечные ткани, расположенные под языком.

Строение ротовой полости



Сверху: Вид спереди (левый рисунок) показывает то, что человек видит, открыв рот и посмотрев в зеркало. На верхнем рисунке представлено внутреннее строение ротовой полости.

околоушных желез стекает к щекам по выводным протокам, которые отходят от переднего края желез. В отличие от других слюнных желез околоушные железы вырабатывают водную секрецию с повышенным содержанием птиалина — энзима, который расщепляет крахмал.

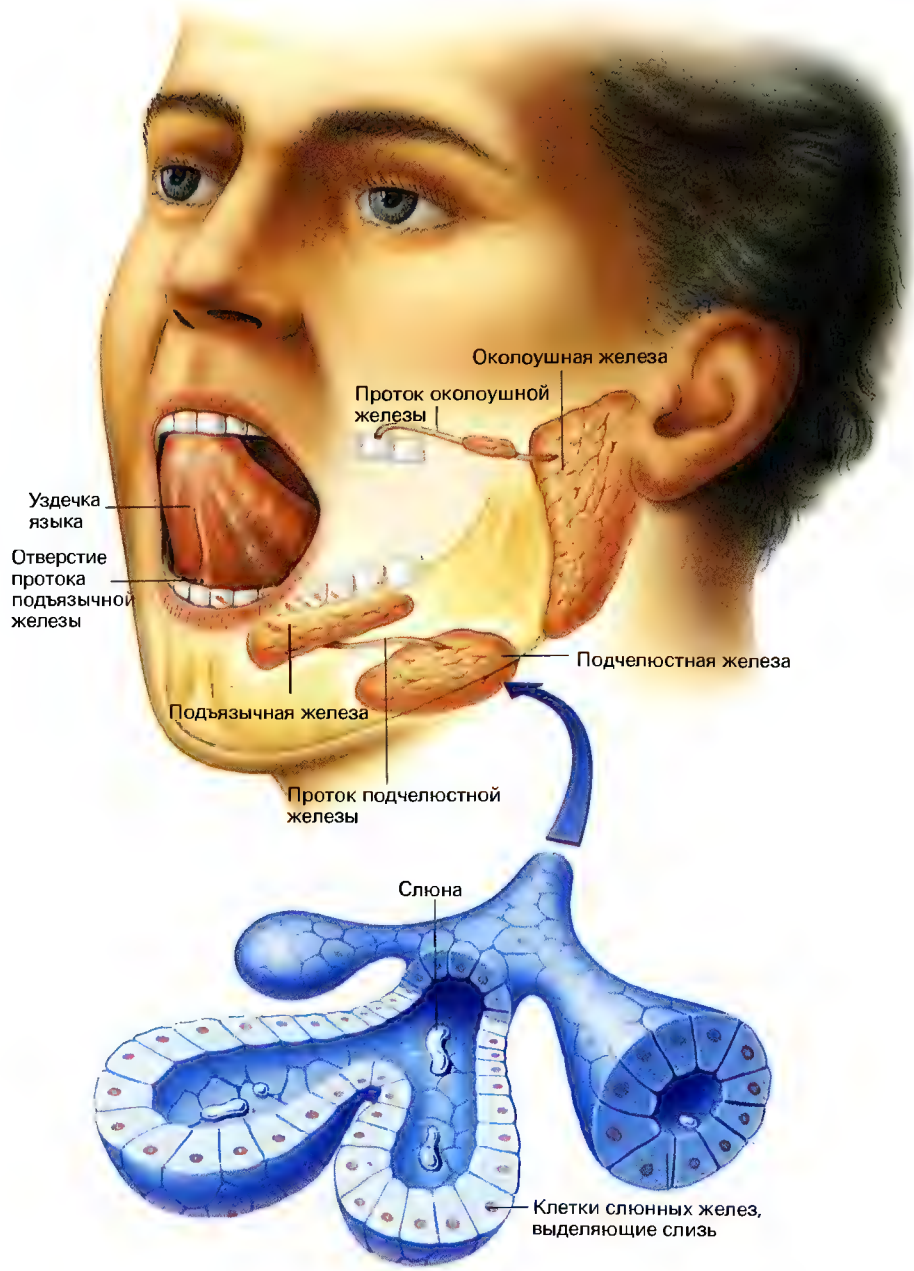
Хотя околоушные железы являются самыми крупными, они производят только около четверти общего количества слюны. Подчелюстные железы расположены под челюстью, ниже задних зубов, а подъязычные железы находятся под языком на дне ротовой полости. И те, и другие железы выделяют слюну по обе стороны уздечки языка (тонкой полоски ткани, которая выступает у основания языка и соединяет язык с дном ротовой полости). Подъязычные железы выделяют очень клейкую, содержащую слизь слюну. Подчелюстные железы вырабатывают слюну, которая представляет собой жидкость, наполовину содержащую слизь и птиалин, и которая составляет основной объем от общего количества слюны, выделяемой в ротовую полость в любой конкретный отрезок времени.

Роль слюны

Основная функция слюны — способствовать пищеварению. Когда человек принимает пищу, слюна поддерживает влажную и благодатную среду в ротовой полости, смачивает сухую пищу для более легкого ее пережевывания и проглатывания. Слизь, содержащаяся в слюне, окутывает шарик пищи и выполняет роль смазывающего средства, помогающего акту глотания.

Энзим птиалин, содержащийся в слюне, открывает первый этап пищеварения. Он начинает расщеплять крахмалосодержащую пищу на простые виды сахара. Действие энзима птиалина останавливается желудочной кислотой. Однако если комочки пищи достаточно большие и пища хорошо пережевана, то кислота не имеет возможности проникнуть внутрь

Слюнные железы



Сверху: Слюна поступает в ротовую полость по протокам, отходящим от слюнных желез. Протоки открываются в верхнюю часть щеки и в основание ротовой полости в ряде точек. Слюна поддерживает влажную среду во рту и смачивает сухую пищу. В слюне присутствует энзим птиалин, который начинает процесс пищеварения путем расщепления крахмалосодержащей пищи. Действие энзима по расщеплению пищи обычно заканчивается в желудке под влиянием желудочной кислоты.

комочков и остановить процесс расщепления крахмала.

Слюна также дает человеку возможность почувствовать вкус пищи и напитков. Ощущение вкуса создают многотысячные вкусовые почки, которые расположены в слизистой оболочке языка. Однако эти вкусовые почки могут реагировать только на жидкость, твердая же пища в сухой ротовой полости не дает вкусовых ощущений, поэтому важно, чтобы слюна сначала разжижила некоторое количество такой пищи. Эта жижеобразная масса попадает затем на вкусовые почки, которые будучи химически стимулированными передают информацию в мозг. Мозг же интерпретирует вкус пищи.

Слюна вырабатывается непрерывно, днем и ночью, с медленной скоростью. Количество слюны регулируется вегетативной (автономной) нервной системой, которая управляет всей подсознательной деятельностью человека. Однако путем стимуляции со стороны нервов скорость выделения слюны может меняться. Стимуляция, поступающая от симпатической нервной системы, замедляет течение слюны. Например, мы ощущаем сухость во рту, когда нервничаем, речь при этом становится затрудненной, так как губы и язык не смазываются в достаточной степени, чтобы свободно двигаться. С другой стороны, повышенное слюновыделение является результатом рефлексорного действия, производимого парасимпатической нервной системой: нервы, которые передают вкусовые ощущения в мозг, стимулируют слюнотечение, когда пища попадает в рот. Этот феномен известен как врожденный рефлекс. Но повышенное слюновыделение может быть создано и при одной мысли о пище. Поэтому верно то, что даже просто вид пищи делает рот человека обильно влажным. Данный феномен называется приобретенным, или условным, рефлексом.

Зубы

Зубы — это твердые, костеподобные структуры, заключенные в углублениях челюстей. В течение жизни человека происходит две смены зубов.

Каждый зуб состоит из двух частей: коронки, которая является видимой в полости рта частью зуба, и корня, который спрятан в челюстной кости. Корни зубов обычно длиннее коронок. Передние зубы имеют только один корень, зубы расположенные ближе к задней части ротовой полости, имеют два или три корня.

Основной структурный элемент зуба образуется обызвествленной тканью, называемой дентином. Дентин представляет собой твердое, костеподобное вещество, которое содержит живые клетки. Дентин является чувствительной тканью, позволяющей ощутить боль при термальном или химическом воздействии на нее. Дентин коронки зуба покрыт защитным слоем эмали, которая представляет собой особо твердую, лишенную клеток, нечувствительную ткань. Корень покрыт слоем цемента — вещества, которое в чем-то схоже с дентином; цемент помогает удерживать зуб в его ячейке.

Центральная часть зуба представляет полость, которая заполнена чувствительной тканью — зубной мякотью, пульпой. Зубная пульпа заполняет зуб от коронки до корня, который заканчивается отверстием. Через это отверстие мельчайшие кровеносные сосуды и нервы входят в зубную мякоть.

Как крепятся зубы

Каждый зуб посредством корня прикреплен к челюстной кости. Часть челюсти, которая удерживает зубы, называется альвеолярным отростком челюсти. Способ крепления зубов к челюсти достаточ-

но сложный. Зубы прикрепляются к челюсти через волокна, которые называются периодонтальной связкой. Она состоит из серии крепких коллагенных волокон, которые тянутся от цемента, покрывающего корень, к примыкающей альвеолярной кости. Эти волокна усеяны соединительной тканью, которая также содержит кровеносные сосуды и нервные волокна.

Результатом такого способа крепления зубов является очень слабая подвижность зубов, которая выполняет роль своеобразного буфера, способного защитить зубы и кость от разрушения во время акта кусания.

Особо важной в этой системе является та часть зуба, где коронка стыкуется с корнем. В этом месте манжета десны крепко соединяется с зубом и служит для защиты ткани, расположенной ниже, от инфекции и других вредных воздействий.

Типы зубов

У человека существует два типа зубов. Молочные, временные, зубы бывают в детском возрасте и обычно все выпадают. Молочные зубы можно разделить на три категории: резцы, клыки (глазные зубы) и моляры (большие коренные зубы). Постоянные зубы заменяют первоначальные, временные. Постоянные зубы подразделяются на те же типы, что и молочные, с той лишь разницей, что существует еще одна категория зубов — премоляры, которые являются промежуточными по форме и расположению между клыками и молярами.

Резцы имеют тонкие лопатообразные режущие края, работа верхних и нижних резцов схожа с работой ножниц. Клыки хорошо приспособлены для разрывания пищи, а моляры и премоляры эффективны скорее в перемалывании пищи, чем в ее разрезании.

Зубы образуют овальной формы дугу, куда входят резцы, занимающие переднюю часть дуги, клыки, премоляры и моляры, последовательно уходящие в глубь полости рта. Зубные дуги, верхняя и нижняя, стыкуются таким образом, что при кусании верхняя и нижняя дуги смыкаются.

Развитие зубов

Первые признаки развития зубов появляются, когда младенцу всего лишь шесть недель от роду. На этом этапе клетки эпителия ротовой полости увеличиваются по количеству и образуют толстый обод (валик), который имеет вид зубной дуги. В местах, действительно соответствующих зубам, появляются почкообразные выросты ткани, которые покрывают слой эпителия. Эти почки затем становятся колоколообразной формы и растут таким образом, чтобы спланировать форму конечной стыковки эмали и дентина. Одни клетки развиваются и формируют дентин, другие лежат в основе образования эмали.

Молочные, временные, зубы начинают прорезаться в полгода и представляют собой болезненный процесс для многих младенцев. Первыми появляются нижние резцы, за которыми вскоре следуют верхние резцы, затем клыки и моляры, образуя полный набор из 20 молочных зубов. Из постоянных зубов прежде других режутся моляры, что происходит приблизительно в возрасте шести лет. Постепенно молочные зубы, выпадая, полностью утрачиваются, а постоянные зубы занимают их место. К двадцати годам большинство людей имеет полный набор постоянных зубов. Однако у 25 процентов взрослых зубы мудрости не вырастают вообще.

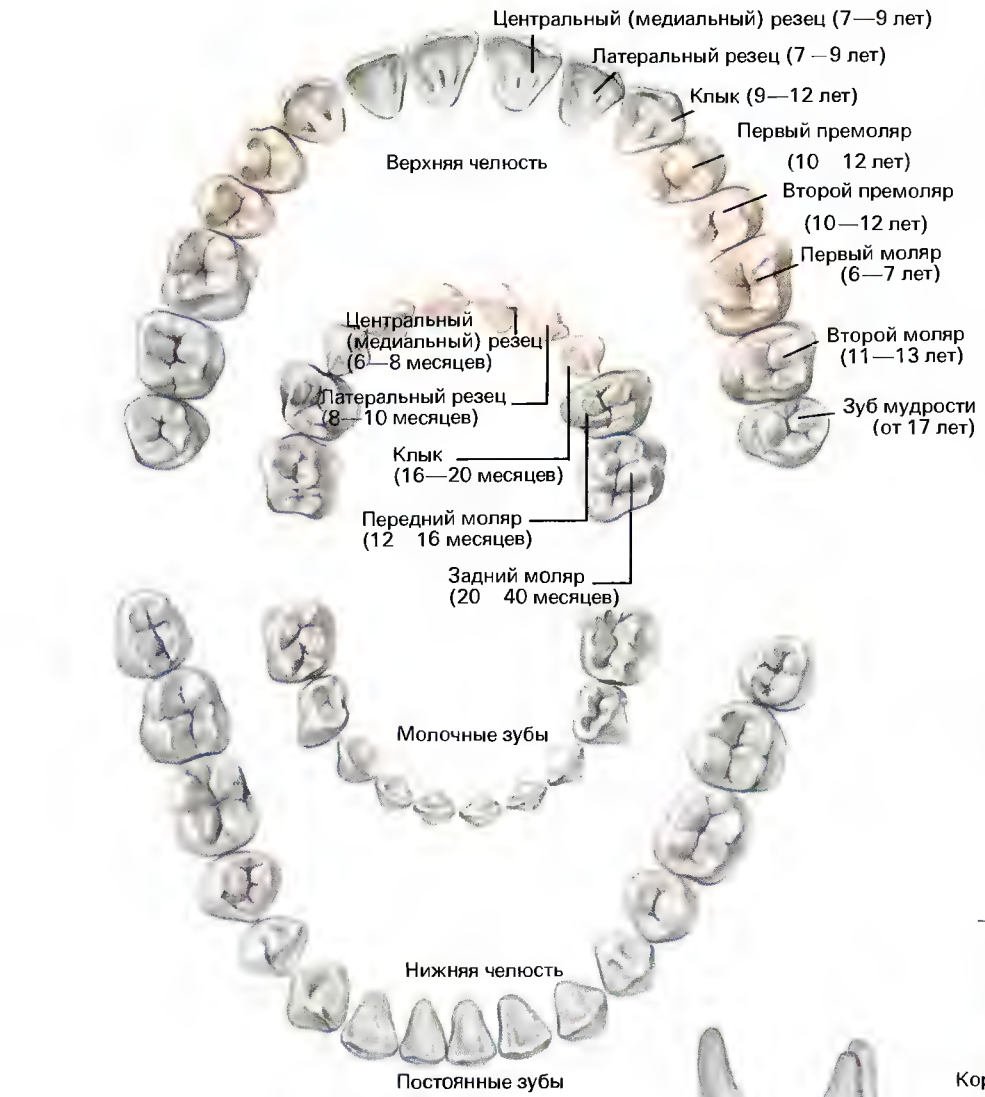
Края колоколообразного выроста продолжают расти вглубь и в конечном счете намечают контуры корней зубов, хотя этот процесс завершается только после появления молочных зубов — приблизительно в годовалом возрасте. При рождении единственным признаком прикуса являются «подушечки десен», которые представляют собой утолщенные валики десенной ткани. Приблизительно в шесть месяцев первый из нижних резцов начинает пробиваться через десну, этот процесс известен как прорезывание зубов. Возраст, в котором режутся зубы, может быть различным: сравнительно у немногих младенцев зубы наблюдаются уже при рождении, у других же они могут не появляться до года.

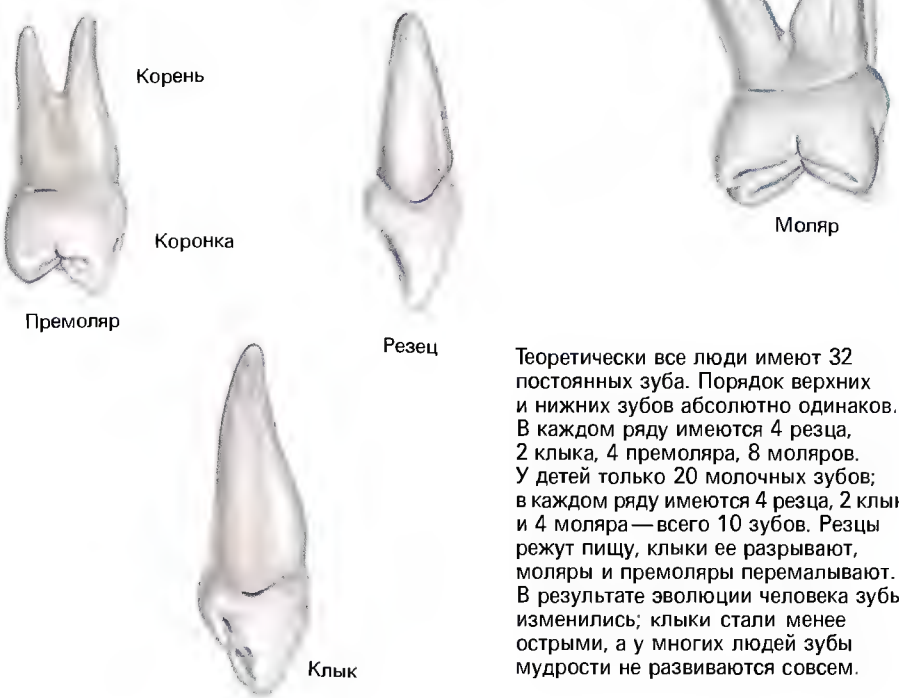
После того, как появились нижние резцы, начинают прорезаться верхние резцы, затем пробиваются клыки, а за ними следуют моляры. Однако точная очередность может иметь и отклонения. Может возникнуть проблема с прорезыванием любого молочного зуба.

В возрасте от двух с половиной до трех лет ребенок обычно имеет полный набор из 20 молочных зубов. В идеале между молочными зубами должен быть зазор, который обеспечивает пространство для роста больших по размеру постоянных зубов.

По достижении ребенком шестилетнего возраста нижние, а затем верхние резцы у него начинают шататься, а затем заменяются постоянными зубами. Постоянные моляры развиваются не на месте молочных моляров, а за ними. Первые постоянные моляры появляются в возрасте шести лет, вторые моляры — в двенадцать лет, а третьи моляры, или зубы мудрости, — приблизительно в восемнадцать лет. Однако наблюдается значительное варьирование во времени появления всех зубов. Приблизительно у 25 процентов людей зубы мудрости не вырастают вообще. Причина этого скрывается в эволюционном процессе: поскольку челюсть уменьшилась, сократилось количество зубов. Зубы мудрости могут никогда не прорезаться через десну, а если они оказываются зажатыми (стиснутыми под десной), их следует по возможности удалять. Это случается у 50 процентов людей.

Молочные и постоянные зубы





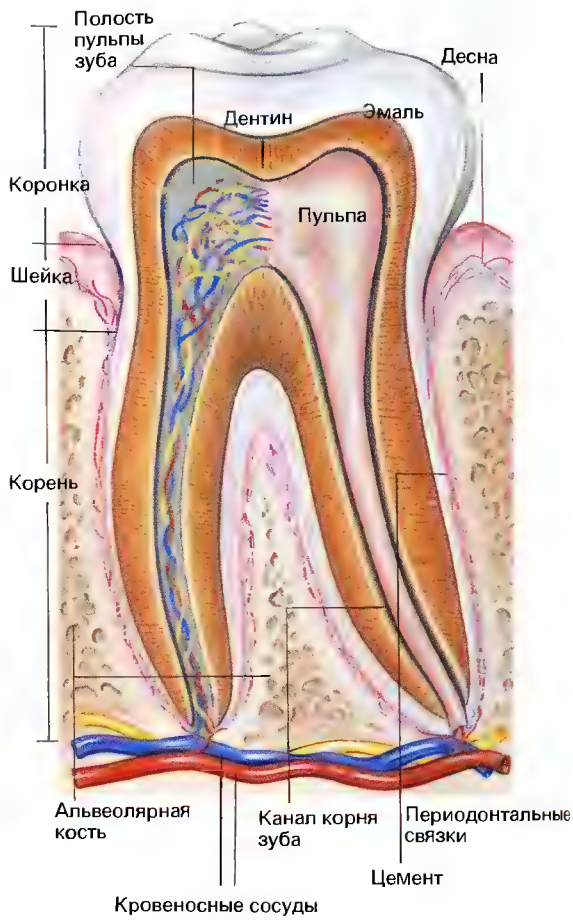
Теоретически все люди имеют 32 постоянных зуба. Порядок верхних и нижних зубов абсолютно одинаков. В каждом ряду имеются 4 резца, 2 клыка, 4 премоляра, 8 моляров. У детей только 20 молочных зубов; в каждом ряду имеются 4 резца, 2 клыка и 4 моляра — всего 10 зубов. Резцы режут пищу, клыки ее разрывают, моляры и премоляры перемалывают. В результате эволюции человека зубы изменились; клыки стали менее острыми, а у многих людей зубы мудрости не развиваются совсем.

Изменения в расположении зубов

Часть челюсти, где крепятся молочные зубы, увеличивается немного в размере с возрастом, когда все молочные зубы уже появились. Молочные зубы мельче, чем заменяющие их постоянные зубы. И только тогда, когда появляются большие постоянные резцы, становится очевидной окончательная форма зубных дуг. Верхние постоянные резцы в момент их появления часто бывают непропорционально большими по отношению к детскому лицу, но эта непропорциональность исчезает по мере роста лица, тогда как размер зубов остается неизменным. Когда молочные зубы заменяются на постоянные, любая тенденция верхних резцов выдаваться вперед обычно становится ясно выраженной: бóльшие по размеру, чем молочные, постоянные зубы только усиливают любое отклонение от их нормального положения. Теснота в расположении зубов также становится очевидной, когда появляются постоянные зубы.

Шесть лет или около того требуется для полной замены молочных зубов постоянными 32 зубами. Часто существует зазор между двумя верхними резцами, который обычно закрывается, когда появляются постоянные клыки, сдвигающие резцы.

Поперечное сечение моляра



Пищевод и желудок

Этап пищеварения в ротовой полости завершается тогда, когда язык проталкивает шарик пищи вдоль верхней поверхности ротовой полости в полость, обильно покрытую мышцами в задней части горла — фаринкс, после чего пища попадает в пищевод.

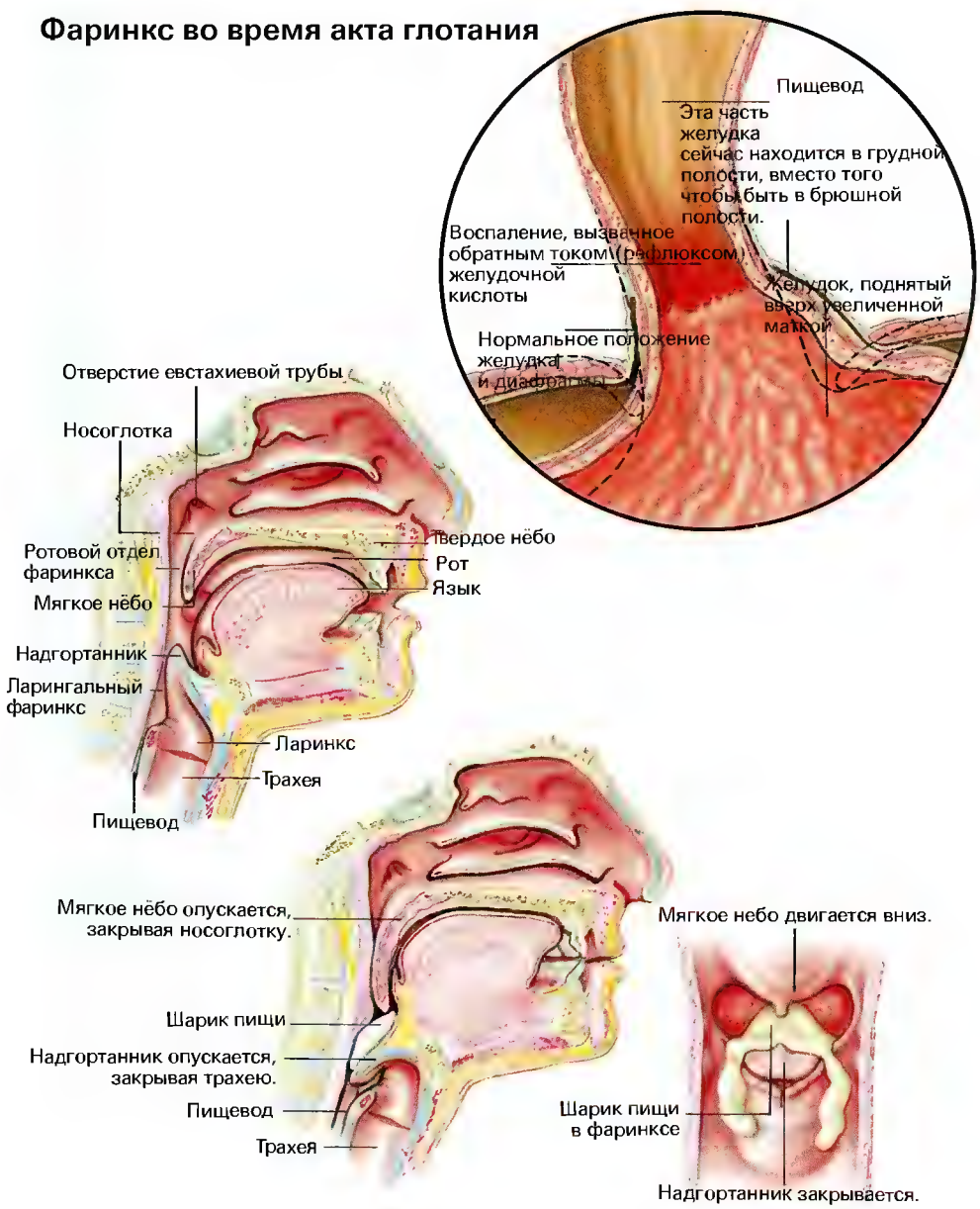
Самый нижний, ларингальный, отдел фаринкса всецело задействован в акте глотания. Этот отдел расположен непосредственно за ларинксом, и его мышцы соединены со щитовидным и перстневидным хрящами, движения которых помогают производить звуки речи. Сокращения мышц помогают проталкивать пищу через указанный отдел фаринкса в пищеварительный тракт.

Первый этап глотания представляет собой произвольный акт, которым человек сознательно управляет. Однако, как только пища проходит заднюю часть языка, наступает непроизвольный, автоматический этап акта глотания.

Шарик пищи не проскальзывает просто так по пищеводу в желудок, он активно проталкивается вниз посредством серии волнообразных сокращений, этот процесс называется перистальтикой. Прохождение пищи, следовательно, является активным процессом, а не пассивным механизмом, зависящим от силы тяжести. Поэтому человек может есть и пить так, как хочет, к примеру сидя или даже стоя на голове.

Как только пища попадает в фаринкс, в пределах пары секунд происходят действия, предотвращающие смешение актов глотания и дыхания. Мышцы фаринкса сокращаются, проталкивая шарик пищи к верхнему концу пищевода. В то же время другие мышцы лица и горла поднимают язык к верхней плоскости ротовой полости с тем, чтобы пища не могла вернуться обратно в рот. Эти мышцы также поднимают вверх мягкое нёбо (бескостную часть верхней плоскости ротовой полости), не позволяя пищи попасть в носовую полость, и закрывают надгортанник над поднятым ларинксом для того, чтобы пища не попала в трахею и легкие и не перекрыла поступление кислорода. Иногда надгортанник случайно не закрывается вовремя, и пища или жидкость попадает в ларинкс. В этом случае проглоченное вещество немедленно выталкивается сильным кашлем. Это то состояние, которое человек знает и обозначает, как «пища идет не туда, неправильно».

Фаринкс во время акта глотания



Пищевод

Верхушка пищевода располагается непосредственно за трахеей. Чуть ниже выемки верха грудной клетки трубка пищевода слегка отклоняется влево и проходит за левым бронхом. Пищевод прободает диафрагму и соединяется с верхним отделом желудка.

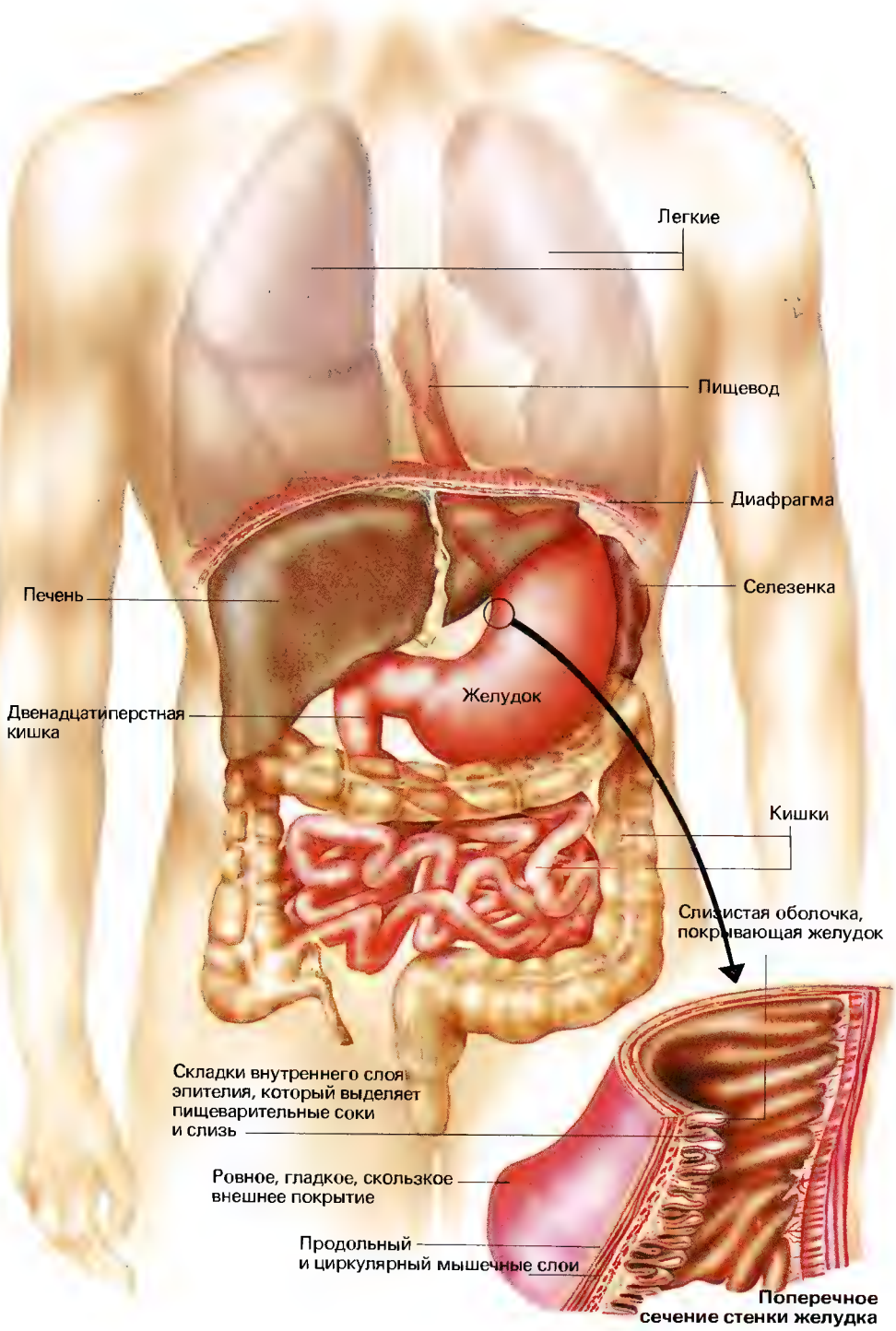
Пищевод представляет собой эластичную трубку длиной около 25 см (10 дюймов) и диаметром около 2,5 см (1 дюйма). Как и другие отделы пищеварительного тракта, пищевод имеет четыре слоя: слизистую оболочку, которая позволяет пищи легко проходить вниз: подслизистый слой, который удерживает на месте слизистую оболочку; относительно толстый мышечный слой, состоящий из циркулярных (крутовых) и продольных волокон; и, наконец, внешний защитный слой.

Четко выраженного сфинктера (сжимающегося мышечного кольца, подобного тому, который имеется у ануса), который отделял бы пищевод от желудка, не су-

Вверху слева: Пищеводный рефлюкс — обычное явление особенно в последние месяцы беременности: увеличенная матка поднимает желудок, верхняя часть которого при этом оказывается в грудной полости, вызывая обратное движение содержимого желудка в пищевод.

Внизу слева: При глотании пища проталкивается в пищевод мышцами ротового отдела фаринкса. Мягкое нёбо поднимается, блокируя вход в носовой проход, а надгортанник прикрывает дыхательную трубу.

Желудок: расположение и строение



Желудок располагается значительно выше в теле, чем думает большинство людей. В действительности он находится сразу под диафрагмой. Желудок представляет собой мышечный мешок, который служит резервуаром для пищи. Он имеет внешний, ровный, скользкий слой и рифленое внутреннее покрытие, которое защищено слизистой оболочкой от кислотных пищеварительных соков желудка. Пищеварительные соки превращают пищу в желудке в мягкую кашицеобразную массу, которая проходит в двенадцатиперстную кишку через мышечное кольцо — пилорический сфинктер

ществует. Желудочные соки удерживаются на своем месте стенкой пищевода за счет объединенных усилий мышечного слоя, а также сжатостью пищеводной трубки в том месте, где она проходит диафрагму на пути от грудной до брюшной полости. При неадекватном действии данного механизма наступает рефлюкс.

Врачи используют слово «рефлюкс» при описании любых обстоятельств, при которых определенный вид жидкости организма движется неправильным путем. Хотя рефлюкс кислотного содержания желудка является, вероятно, наиболее частой проблемой подобного рода, схожие состояния могут случаться и в различных других системах.

Очень часто желудочная кислота поднимается в пищевод или глотку. Поскольку это происходит достаточно часто, то полагают, что это — нормальное явление. На самом же деле излишне частый подъем желудочной кислоты в пищевод может вызвать такие проблемы, как несварение, расстройство пищеварения.

Рефлюкс особенно часто наблюдается в младенческом и пожилом возрасте, хотя нередко также бывает и в середине жизни человека. Рефлюкс может также быть причиной ряда проблем во время беременности, так как увеличенная матка стремится вытолкнуть вверх содержимое брюшной полости.

Желудок

Желудок представляет собой мышечный мешок, расположенный в верхней части брюшной полости. Верхним концом желудок соединен с пищеводом, а нижним — с двенадцатиперстной кишкой (начальным отделом тонкой кишки). Стенки желудка состоят из толстого мышечного слоя, покрытого специальной оболочкой, называемой эпителием.

Желудок выполняет роль резервуара для пищи. Оболочка желудка вырабатывает специальный сок, который содержит кислоту и энзимы, расщепляющие пищу и тем самым способствующие пищеварению.

В желудке пища смешивается с пищеварительными соками, превращаясь в кашицеобразную массу, которая затем выталкивается в двенадцатиперстную кишку. На стыке желудка и двенадцатиперстной кишки находится мышечное кольцо — пилорический сфинктер, который время от времени ослабляется, пропуская пищу в двенадцатиперстную кишку. Далее пища проталкивается в кишечник для дальнейшего переваривания и всасывания.

Нижний отдел желудка заканчивается пилорическим сфинктером — мышечным кольцом; подобный механизм находится на входе в желудок с той лишь разницей, что пилорический сфинктер никогда полностью не смыкается. По мере того как перистальтика выталкивает химус из желудка, сфинктер небольшими порциями пропускает химус, который таким образом попадает в тонкую кишку.

Тонкая кишка

Двенадцатиперстная кишка

Двенадцатиперстная кишка, соединяющаяся с нижним отделом желудка, является первым звеном тонкой кишки; двенадцатиперстная кишка имеет важное значение для переваривания пищи. Она представляет собой трубу подковообразной формы, которая огибает головку поджелудочной железы.

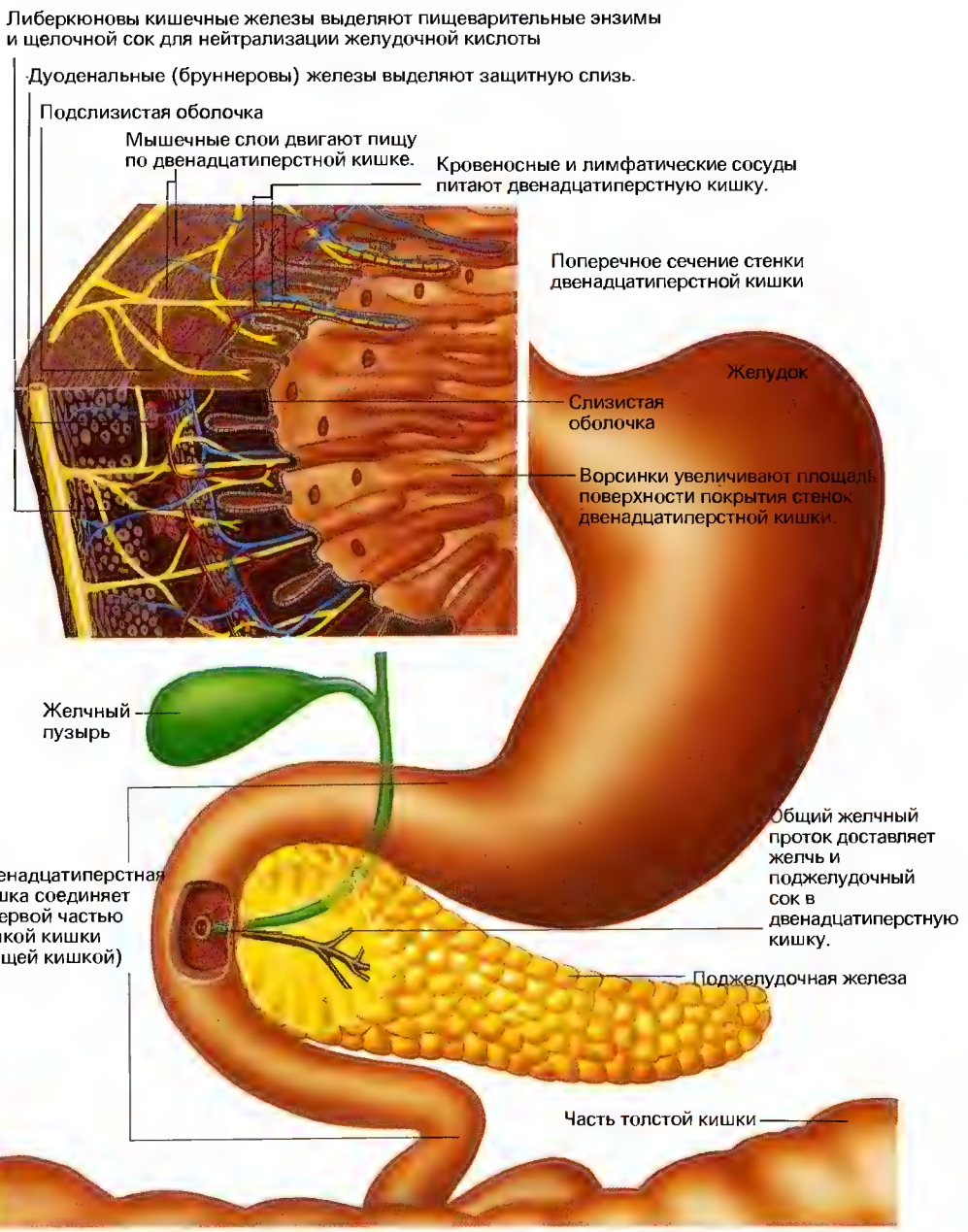
Два мышечных слоя стенок двенадцатиперстной кишки попеременно сокращаются и расслабляются, помогая пище тем самым продвигаться по трубке двенадцатиперстной кишки во время пищеварения. Внутри мышечных слоев находится подслизистая оболочка, содержащая многочисленные железы (называемые бруннеровыми железами), которые выделяют защитную слизь. Она защищает двенадцатиперстную кишку от переваривания самой себя и от разъедания стенок кислотной смесью, поступающей из желудка.

Лежащий глубоко внутри двенадцатиперстной кишки слой, именуемый слизистой оболочкой, содержит железы, выделяющие щелочной сок, в состав которого входят энзимы, необходимые для пищеварения. Щелочной сок служит также для нейтрализации желудочной кислоты. Клетки слизистой оболочки нуждаются в постоянной замене. Они размножаются быстрее любых других клеток организма: из каждых 100 клеток одна заменяется каждый час, и так на протяжении всей жизни.

Пищеварение

Частично переваренная жижеобразная пища, достигая двенадцатиперстной кишки, содержит большое количество соляной кислоты. В двенадцатиперстной кишке эта кислотность нейтрализуется выделениями самой двенадцатиперстной кишки и действием желчи и поджелудочного сока, которые стекают в двенадцатиперстную кишку из желчного пузыря и поджелудочной железы через общий желчевыносящий проток. Эти три разновидности соков продолжают процесс пищеварения.

Длина двенадцатиперстной кишки составляет около 25 см (10 дюймов). Продолжением двенадцатиперстной кишки является тощая кишка длиной около 2,5 м (8 футов), переходящая в подвздошную кишку. Переход от тощей кишки к подвздошной плавный, без разрывов и значительных изменений. Диаметр тощей кишки составляет около 3,8 см ($1^1/_2$ дюйма), диаметр же подвздошной кишки несколько меньше. Стенки тощей кишки также тол-



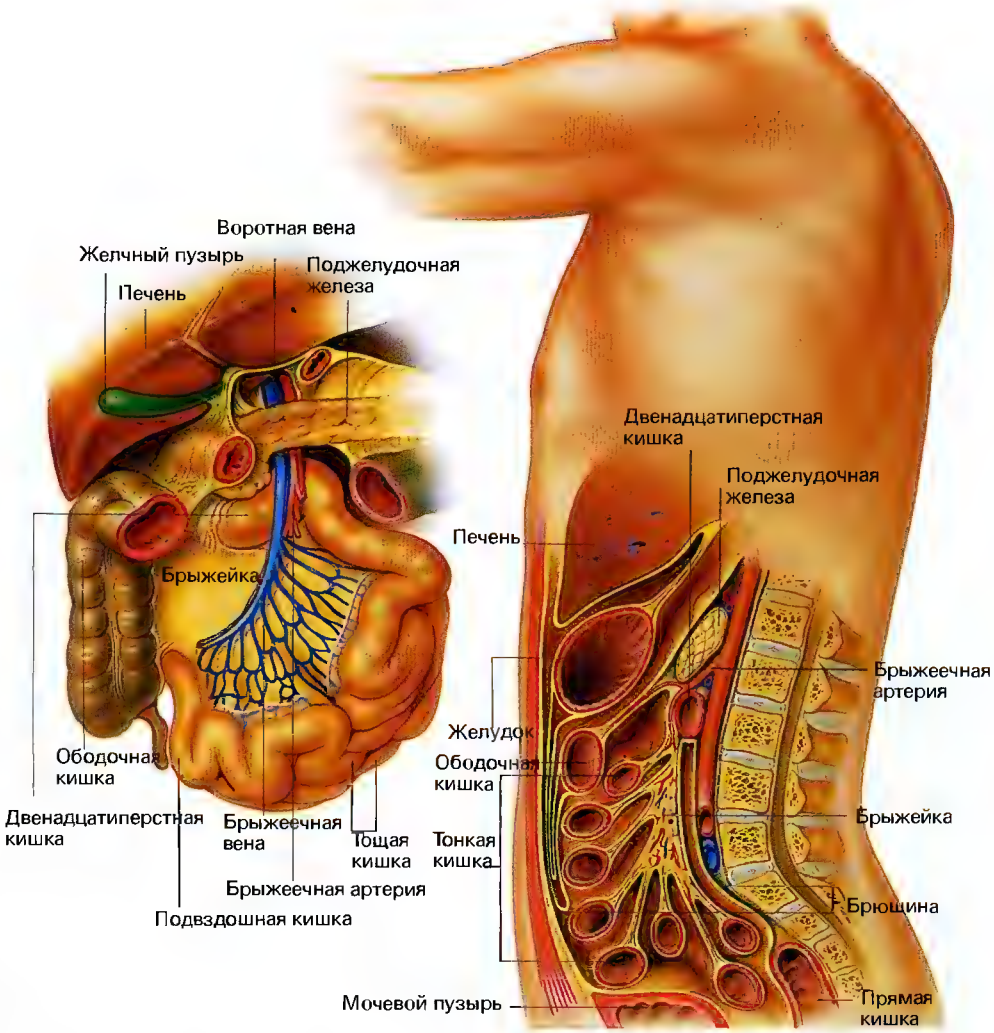
Тонкая и толстая кишки

Вверху: Двенадцатиперстная кишка, имеющая трубообразную структуру, является начальным отделом тонкой кишки; двенадцатиперстная кишка получает пищу из желудка и продолжает процесс переваривания пищи путем выделения энзимов, которые дальше расщепляют пищу.

Слева: Двенадцатиперстная кишка, тощая и подвздошная кишки составляют тонкую кишку, которая представляет заключительный этап пищеварительной системы. Толстая кишка является частью пищеварительного тракта, но она принимает участие только в процессе экскреции.

Тощая кишка прикрепляется к задней стенке брюшной полости посредством веерообразной структуры, называемой брыжейкой, которая состоит из двух слоев брюшины. Когда пища находится в тощей кишке, ее питательные элементы всасываются в кровь. Поэтому тощая кишка имеет высокоэффективное кровоснабжение, которое обеспечивается многочисленными артериями и венами.

Расположение тощей кишки



ще, чем стенки подвздошной кишки, хотя они обе имеют два внешних мышечных слоя и внутренние слои слизистой, которые покрывают полость кишок.

Брыжейка

В отличие от двенадцатиперстной кишки, которая более или менее крепко прикреплена непосредственно к задней стенке брюшной полости, тощая и подвздошная кишки прикрепляются к задней брюшной стенке посредством брыжейки.

Эта веерообразная структура состоит из двух слоев брюшины. Длина ее — около 15 см (6 дюймов). Брыжейка прикреплена к задней стенке брюшной полости. Конец, который удерживает кишку, имеет длину около 5,5 м (6 ярдов). Глубина брыжейки, измеренная от ее основания до кишок, составляет около 20 см (8 дюймов), это дает тощей и подвздошной кишкам некоторое пространство для движения в рамках брюшной полости.

Роль тощей кишки

Тощая кишка — это именно то место, где происходит всасывание полезных, питательных элементов пищи, при этом остается главным образом вода и другие непереработанные остатки пищи. Процесс всасывания завершается в подвздошной кишке.

Для выполнения функции всасывания тощая кишка имеет специальное внутреннее строение, которое позволяет получить максимально возможную зону контакта пищи с полостью кишки для достижения большего всасывания питательных элементов.

Внутри тощая кишка состоит из серии круглых складок. А если посмотреть на внутреннюю поверхность тощей кишки под микроскопом, то можно увидеть аккуратные пальцевидные выросты, называемые ворсинками. Размер каждой ворсинки равен приблизительно 1 мм. Область соприкосновения переваренной пищи с внутренней поверхностью тощей кишки за счет ворсинок, которые образуют поверхность, именуется щеточной поверхностью.

Всасывание пищи

Поскольку устройство тощей кишки позволяет переходить питательным элементам пищи в кровь, то кишка непременно должна иметь эффективное кровоснабжение. Артерии и вены, которые несут кровь к стенкам тощей кишки и от них, проходят по брыжейке. Вены, которые отходят от тощей кишки, так же как и вены, дренирующие остальную часть кишечника, не направляются прямо в сердце, а собираются в воротную вену, которая идет к печени. Это означает, что пища, всосавшаяся в кровь, переносится в печень для обработки до того, как попасть в остальные отделы организма.

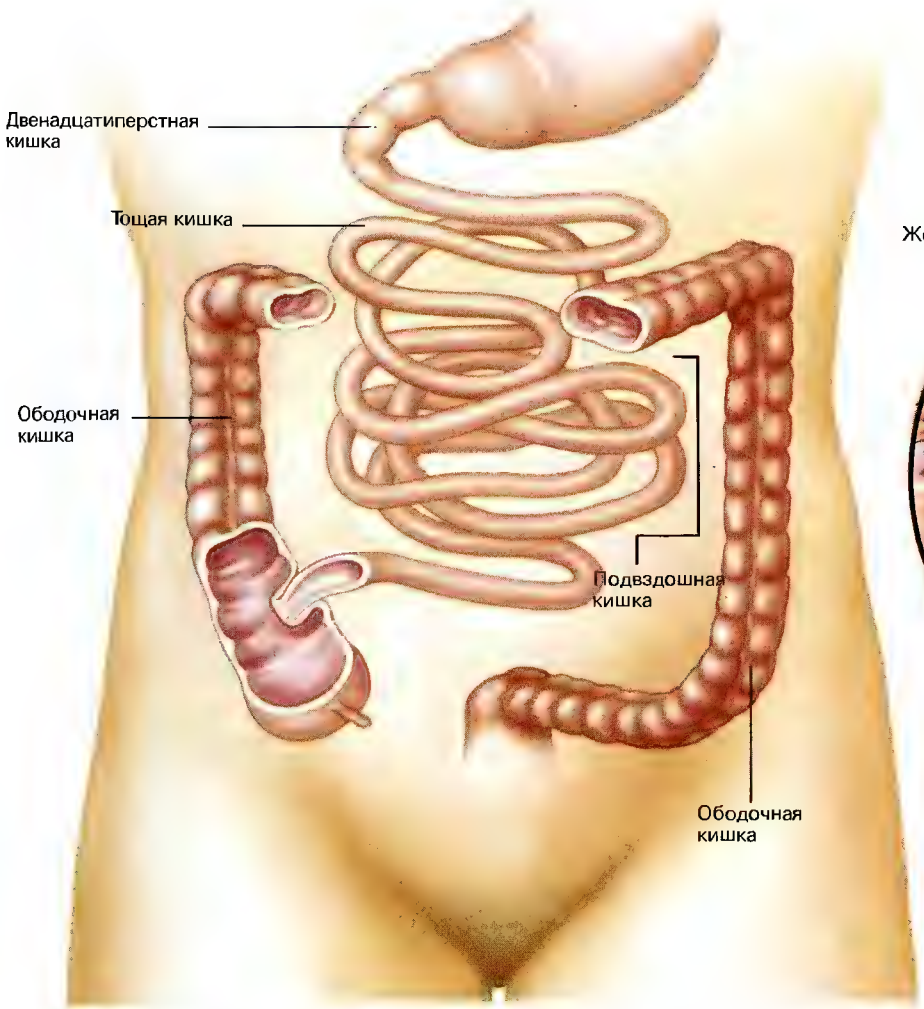
По мере того как пища всасывается в кровь, некоторые жирные ее компоненты забираются лимфатической системой. Каждая ворсинка имеет центральный лимфатический канал, или «млечный сосуд», который и выполняет данную функцию. Эта особая жиросодержащая лимфатическая жидкость, которая выводится из кишечника, называется млечным соком, хилусом.

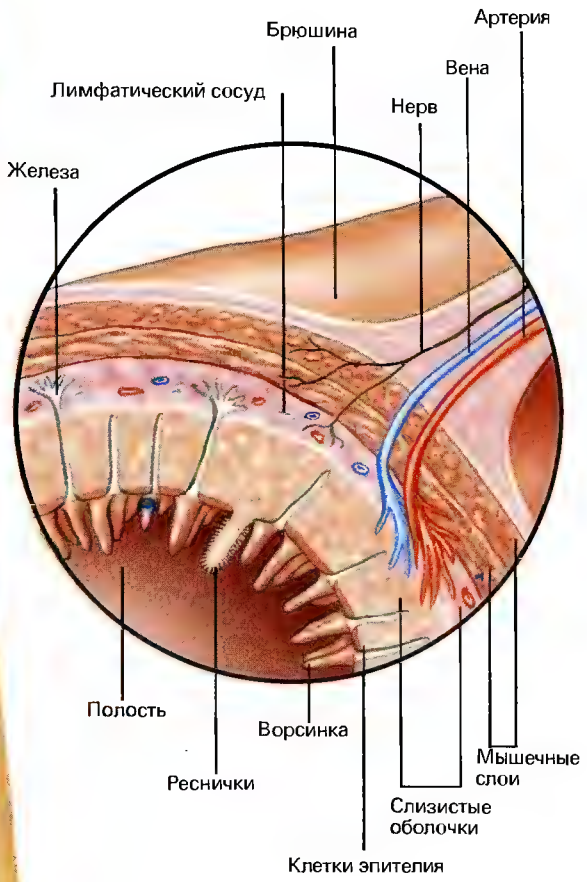
Подвздошная кишка

Подвздошная кишка является нижним отделом тонкой кишки. Она представляет собой конечный участок движения пищи из желудка до ободочной кишки, или толстого кишечника. Подвздошная кишка представляет трубку длиной 3,5 м (12 футов), идущую от двенадцатиперстной кишки и тощей кишки и соединяющуюся с толстым кишечником. Подвздошная кишка составляет более половины общей длины тонкой кишки.

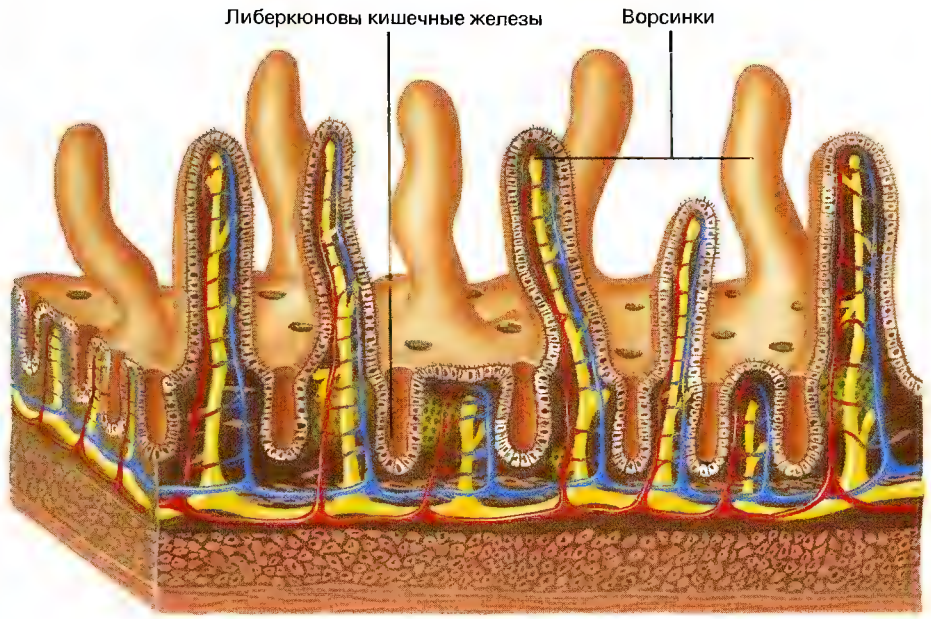
По своему строению она схожа с двумя другими отделами тонкой кишки. Внешняя поверхность защищена брюшиной — оболочкой, которая покрывает брюшную полость. Внутренняя часть подвздошной кишки состоит главным образом из мышечных слоев, отвечающих за движение переваренной пищи по кишечнику, слизистых оболочек и, наконец, из внутреннего слоя клеток, который отграничивает центральную полость.

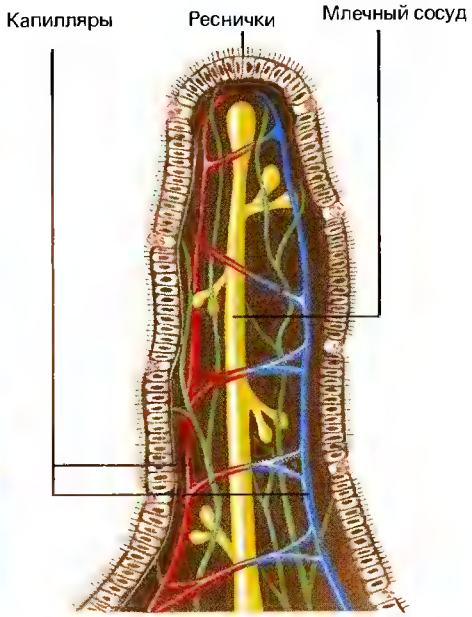
Расположение и строение подвздошной кишки





Подвздошная кишка (сверху) является заключительным участком тонкой кишки, который пища проходит на своем пути к ободочной кишке. Внутренняя поверхность подвздошной кишки покрыта мельчайшими пальцевидными выростами — ворсинками (внизу слева). Их назначение — увеличивать поверхность подвздошной кишки, способствуя быстрому всасыванию пищи в капилляры (внизу справа).





Печень

Печень выполняет две жизненно важные функции организма: вырабатывает новые химические вещества и нейтрализует яды и продукты обмена.

Печень расположена непосредственно на пути движения крови из кишечника; кровь переносит все питательные вещества, абсорбированные из пищи, съедаемой человеком. Другими словами, кровь может попасть обратно в сердце и легкие из желудка, только пройдя сначала систему вен, ведущую в печень и известную как система воротной вены.

Печень — это самый крупный орган в теле человека, вес ее колеблется от 1,36 кг до 1,81 кг (3 и 4 фунта). Печень расположена непосредственно под диафрагмой, защищена от повреждения нижними ребрами. В печени различают две выступающие части — доли: левую и правую. Правая доля печени больше левой, она занимает всю верхнюю часть правой стороны брюшной полости. Левая доля печени меньше и достигает середины левой области. Обычно в нормальном состоянии прочувствовать печень невозможно, но когда она увеличена вследствие болезни, то, вытягиваясь, выступает за грудную клетку, и тогда ее легко можно прощупать, нажимая на живот.

Функции

Как в любом другом отделе организма, именно клетки печени выполняют действительную работу на микроскопическом уровне, обеспечивая жизненно важные процессы.

В медицине «творческие» клетки печени называют гепатоцитами. Они специализируются на работе с основными веществами, без которых не может существовать наш организм, а именно: с протеинами, углеводами и жирами.

Обработка протеина. Протеины имеют важное значение для восстановления и создания клеток всего организма, для образования гормонов — химических носителей информации — и для выработки энзимов.

Человек потребляет протеин в различных формах, в растительном и животном виде; из «сырых», необработанных, протеинов печень образует протеины, приемлемые для организма, сначала посредством их расщепления, а затем перестройки.

Этот процесс называется синтезом. Он заключается в том, что необработанные протеины всасываются из крови, текущей по воротной вене, в окружающие гепатоциты, синтезируются энзимами печени, а затем возвращаются в кровь в своей новой форме. Отработанные продукты при этом в кровь не поступают.

Обработка углеводов. Углеводы представляют собой большой класс химических веществ, состоящих из трех атомов — основных строительных блоков (элементов) всех физических форм: углерода, водорода и кислорода.

Эти элементы имеются в сахаре и крахмалосодержащей пище. Они необходимы человеку для производства энергии. Его мышцы сжигают сахар или сахароподобные вещества; данный процесс поддерживается кислородом. Печень же играет существенную роль в преобразовании такого топлива в формы, которые может использовать организм.

Это происходит путем превращения углеводов в две формы, близкородственные чистому сахару. Одна из этих форм есть «быстрая, мгновенная» энергия, глюкоза. Вторая форма — хранимая энергия, вещество, схожее с глюкозой, которое называется гликогеном. Недостаток сахара незамедлительно отрицательно сказывается на деятельности мозга, поэтому уровень содержания сахара в крови необходимо точно поддерживать. Отсюда вытекает потребность хранения сахара до его востребования, например, во время непредвиденного напряжения или голодания. Точно так же, если слишком много сахара присутствует в крови, то гормон, вырабатываемый печенью, может сохранить излишек сахара в форме гликогена.

Переработка жиров. Жиры тоже важны для организма. Печень превращает жиры в формы, из которых можно достроить или восстановить жировую ткань, подкожный слой, который выступает в роли изоляционного материала и амортизатора. Кроме того, жир представляет собой средство сохранения энергии.

Удаление отработанных продуктов. Вены покрыты слоем высокоспециализированных клеток, которые называются купферовскими клетками. Они названы по имени человека, открывшего данные клетки. Эти клетки выполняют роль вакуумного очистителя крови от загрязнений, таких, как бактерии. Эти клетки также отбирают лишние красные кровяные тельца, выработанные организмом (человеческий организм постоянно перепроизводит их), и передают их гепатоцитам на переработку.

Из всех перечисленных источников — сама кровь, протеины, жиры и в меньшей степени углеводы — в процессе преобразований вырабатывают побочные продукты, которые поступают в гепатоциты. Некоторые из этих побочных продуктов, такие, как аммоний (образующийся при расщеплении протеина), являются ядовитыми; клетки печени нейтрализуют аммоний, отправляя безвредный продукт обмена — мочевину — обратно в русло кровообращения. Продукты обмена крови и жиров выводятся в виде желчи.

То же самое относится и к настоящим ядам, которые потребляет человек, — к алкоголю, а также к лекарствам. Если лекарство имеет продолжительное действие, то необходимо, чтобы оно стойко противостояло энзимам печени или полностью миновало печень.

Кетоны

Для того чтобы организм выполнял все свои функции и для обеспечения тканей энергией необходим постоянный приток глюкозы в кровяное русло. Когда уровень поступления глюкозы низкий, то при расщеплении протеинов и углеводов образуется больше глюкозы. Однако, поскольку все резервы протеина (главным образом находящиеся в мышцах) быстро расходуются, многие ткани переключаются на использование продуктов расщепления жиров в качестве альтернативного источника топлива. Эти продукты называются кетонами.

Существует три разновидности кетонов: два кетоновых тела (ацетоуксусная кислота и бетаоксимасляная кислота) и ацетон. Ацетон, являющийся продуктом обмена при расщеплении жиров, вырабатывается одновременно с кетоновыми телами, однако он не имеет полезной функции. Кетоновые тела, напротив, незамедлительно используются в качестве источника энергии.

Когда глюкозы недостаточно, кетоны вырабатываются и переносятся кровяным потоком из жировой ткани в печень, где образуются кетоновые тела. Кетоны затем выделяются в систему кровообращения, забираются и используются в качестве энергии мышцами, сердцем, мозгом и многими другими тканями.

В здоровом состоянии и при болезни

Кетоны появляются в крови спустя несколько часов после сбалансированного приема пищи. Просыпаясь утром, человек немного кетонен: небольшое количество кетонов присутствует в крови и моче. Эти кетоны дают мышцам основную часть энергии для утренних упражнений, кетоны исчезают из кровяного русла после хорошего завтрака.

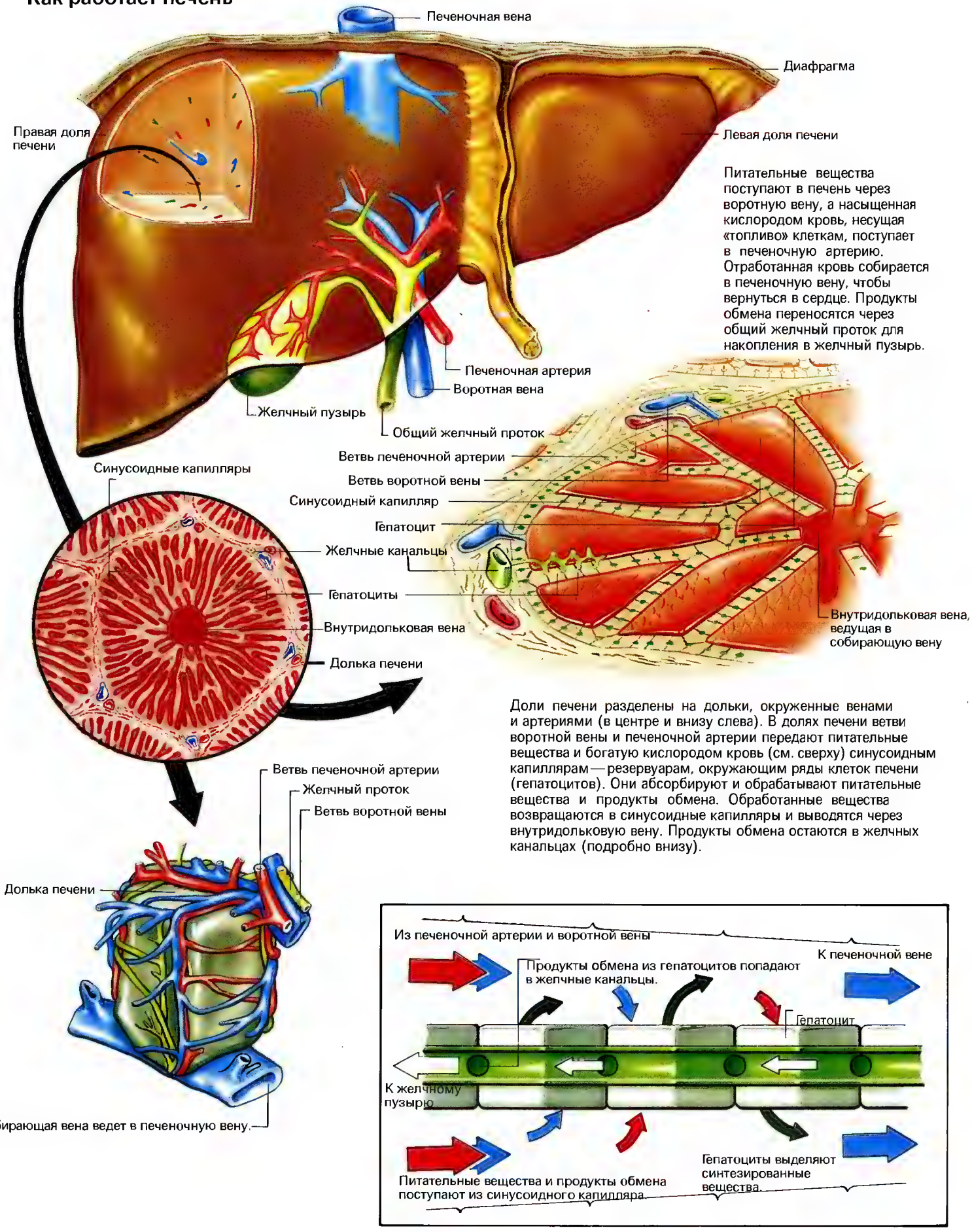
Во время разгрузочной, весопонижающей диеты или в случае экстремального голодания происходит средней степени кетоз, избыточное образование и накопление кетоновых тел.

Беременные женщины, выполняющие физическую работу, становятся кетонными. Однако высокий уровень содержания кетонов в крови может замедлить выполнение работы, так как вмешивается способность матки к сокращениям, поэтому глюкоза, введенная капельным внутривенным вливанием, тормозит образование кетонов.

При недостатке глюкозы жировая ткань расщепляется на жирные кислоты, которые переносятся кровяным потоком в печень, где образуются кетоновые тела.

Печень имеет замечательную способность к самовосстановлению: целиком удаленная при операции доля печени

Как работает печень



Питательные вещества поступают в печень через воротную вену, а насыщенная кислородом кровь, несущая «топливо» клеткам, поступает в печеночную артерию. Отработанная кровь собирается в печеночную вену, чтобы вернуться в сердце. Продукты обмена переносятся через общий желчный проток для накопления в желчный пузырь.

Доли печени разделены на дольки, окруженные венами и артериями (в центре и внизу слева). В долях печени ветви воротной вены и печеночной артерии передают питательные вещества и богатую кислородом кровь (см. сверху) синусоидным капиллярам — резервуарам, окружающим ряды клеток печени (гепатоцитов). Они абсорбируют и обрабатывают питательные вещества и продукты обмена. Обработанные вещества возвращаются в синусоидные капилляры и выводятся через внутридольковую вену. Продукты обмена остаются в желчных канальцах (подробно внизу).

восстанавливается уже за несколько недель. Однако в редких случаях разрушение клеток печени опережает скорость восстановления, и это приводит к острой печеночной недостаточности.

Последствия печеночной недостаточности легко представить, вспомнив, какие функции выполняет печень. Если падает уровень содержания сахара в крови, то отсутствие надлежащего количества сахара ведет к расстройству функций головного мозга. Недостаток образования протеина, в том числе тех его разновидностей, которые отвечают за свертываемость крови, может легко стать причиной кровотечения, а также привести по различным техническим причинам к таким осложнениям, как скапливание жидкости в брюшной полости, известное как асцит.

Желчь

Желчь — это густая, горькая, желтого или зеленоватого цвета жидкость, вырабатываемая печенью и хранимая в желчном пузыре. Выделяемая желчным пузырем в тонкую кишку, когда в ней находится пища, желчь играет важную роль в переваривании жиров.

Желчь также является частью экскреторной, выделительной, системы организма, потому что она содержит остатки изношенных кровяных клеток.

Ежедневно печень производит около одного литра (1,76 пинты) желчи. Хотя свыше 95 процентов желчи составляет вода, тем не менее желчь содержит широкий набор химических веществ, в том числе, желчные соли, минеральные соли, холестерол и желчные пигменты, которые придают ей характерную окраску.

Желчь вырабатывается непрерывно и маленькими порциями каждой клеткой печени. По мере того как желчь вытекает из клеток, она собирается в мельчайшие каналы, разделяющие клетки печени на группы,— желчные канальцы, которые ведут в желчные протоки или трубы, расположенные между долями печени, образующими основные составные части печени.

Из желчных протоков желчь поступает в выводящие трубы, известные как печеночные протоки. Желчь стекает в желчный пузырь — мешок для хранения желчи, расположенный под печенью, и остается там, пока не потребуется для пищеварения.

По мере того как пища, особенно жирная, поступает в двенадцатиперстную кишку из желудка, двенадцатиперстная кишка вырабатывает гормон — холецистокинин.

Этот гормон перемещается в кровяном потоке в желчный пузырь и заставляет его стенки сокращаться, выделяя желчь. Она стекает вниз в общий желчный проток и через узкое отверстие — сфинктер Одди — попадает в тонкую кишку.

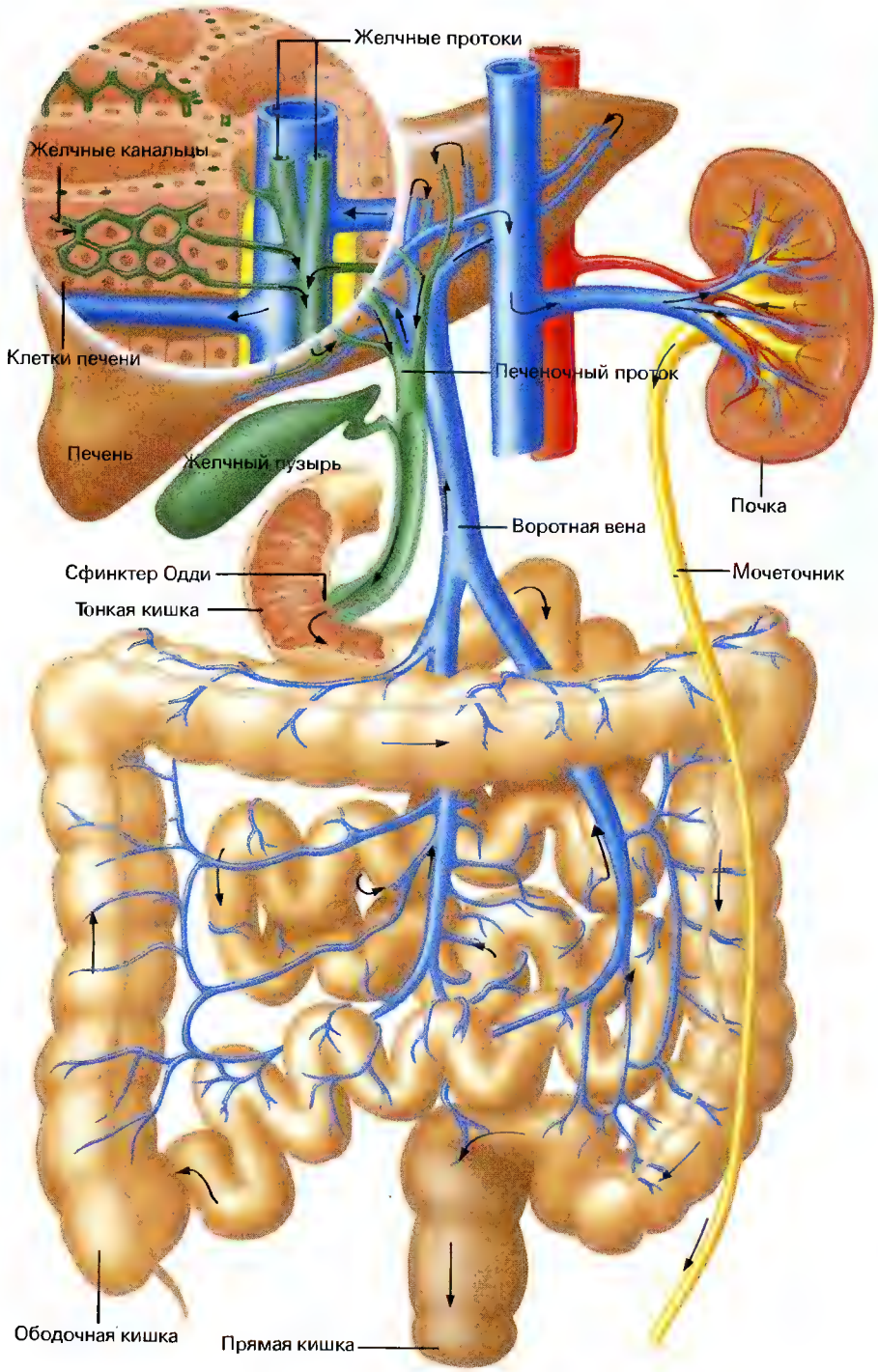
Функции желчи

Минеральные соли желчных кислот, включающие двуугле кислоту, нейтрализуют кислотность частично переваренной в желудке пищи.

Соли желчных кислот, которые являются химическими веществами, такими, как натриевая гликосоль желчной кислоты и натриевая тауросоль желчной кислоты, расщепляют жиры с тем, чтобы пищеварительные химические вещества (энзимы) могли выполнять свою функцию.

Действие солей желчных кислот аналогично действию моющего средства; полагают, что соли желчных кислот выполняют роль своеобразного парома, соединяющего кишечник, позволяя пере-

Прохождение желчи



Без желчи организм человека не мог бы переваривать жиры. Желчь вырабатывается в печени, хранится в желчном пузыре и выполняет свою работу в кишечнике. Ежедневно печень производит около одного литра (1,76 пинты) желчи, которая вытекает из печени через печеночные протоки. Соли желчных кислот возвращаются в печень через кровь воротной вены дважды в течение процесса пищеварения.

варенным жирам свободно проходить через стенки кишечника. Они также переносят витамины А, Д, Е, К.

Организм человека очень консервативен в отношении использования солей желчных кислот. После использования соли не разрушаются, напротив, 80—90 процентов солей переносится кровью обратно в печень, где они стимулируют выделение большего количества желчи и снова используются организмом.

Окраска

Желчь получает свой цвет от присутствия в ней пигмента, называемого билирубином. Одной из функций печени является разложение изношенных красных кровяных телец. В процессе этого красный пигмент гемоглобин, присутствующий в клетках, химически расщепляется и образует зеленый пигмент биливердин, который быстро превращается в желто-коричневый билирубин.

Зеленоватый оттенок придают желчи остатки непереработанного биливердина. Билирубин не только пигментирует желчь, но и окрашивает и частично дезодорирует испражнения, а также стимулирует работу кишечника.

Пигмент желчи отвечает также за желтый цвет мочи. В кишечнике билирубин подвергается нападению бактерий, постоянно находящихся там, и превращается в химическое вещество, известное как урибилиноген, который переносится в почки и выделяется в мочу.

Когда печень или желчный пузырь не в порядке, билирубин стремится накапливаться в крови, поэтому кожа и белки глаз приобретают желтоватый цвет.

Если же слишком мало желчи поступает в кишечник, кал может быть бледного или сероватого цвета.

Желчные камни

Даже если система производства желчи работает нормально, все же с желчным пузырем могут происходить изменения. Наиболее известная проблема с желчным пузырем заключается в образовании желчных камней.

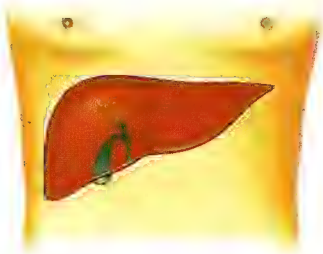
Желчные камни представляют собой твердые кусочки химического вещества, называемого холестерином, который образуется в желчном пузыре.

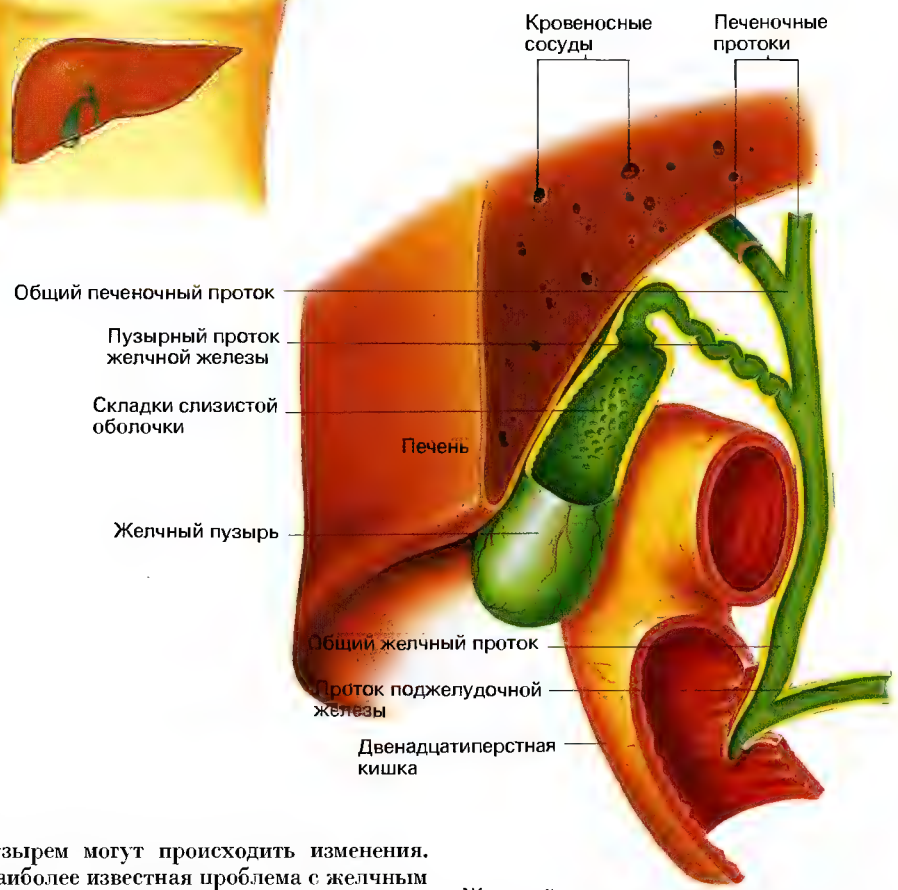
Существует три разновидности желчных камней. Самые обычные — это смешанные камни, так как они содержат смесь зеленого пигмента желчи и холестерина — одного из химических веществ, получающегося в организме в результате расщепления жиров.

Холестериновые камни, как на то указывает их название, образуются из холестерина. Их редко бывает больше одного или двух. Холестериновые камни достигают размера 1,25 см ($^1/_2$ дюйма) в диаметре. Это делает их достаточно большими, чтобы блокировать общий желчный проток.

Пигментные камни образуются главным образом из зеленого желчного пигмента. Они встречаются в большом количестве и обычно достаточно малы по размеру. Пигментные камни имеют обыкновение появляться как следствие заболеваний, которые воздействуют на состав крови.

Расположение желчного пузыря





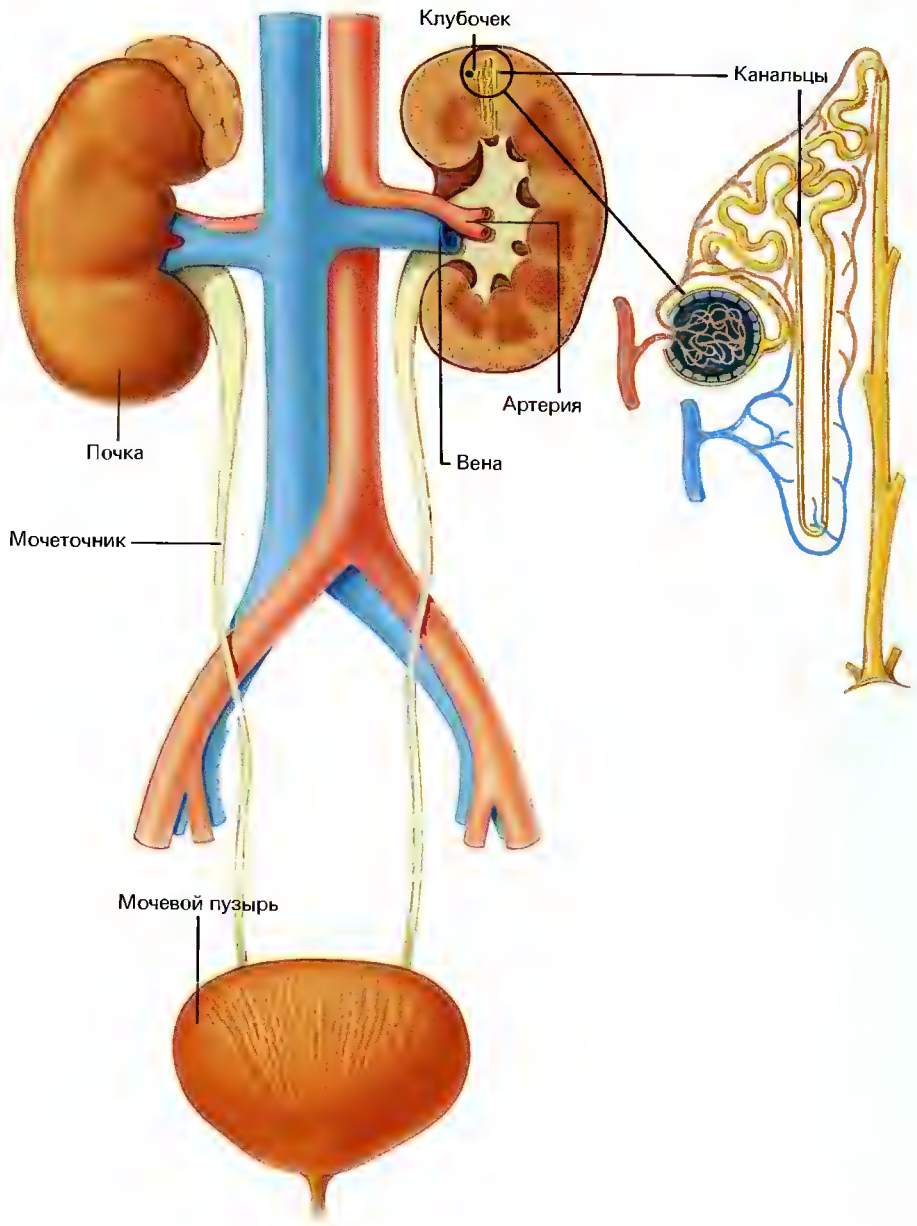
Желчный пузырь может хранить до 0,41 литра ($^1/_4$ пинты) желчи. Она стекает в кишечник через боковое отверстие в двенадцатиперстной кишке, когда жирная пища поступает из желудка в кишечник. Желчь способна растворять или эмульсировать жир точно так же, как моющее средство.

Слева: Желчь представляет собой жидкость зеленоватого цвета, ее эмульсирующие соли функционируют, напоминая моющее средство. Они физически разлагают шарики жира во время пищеварения.

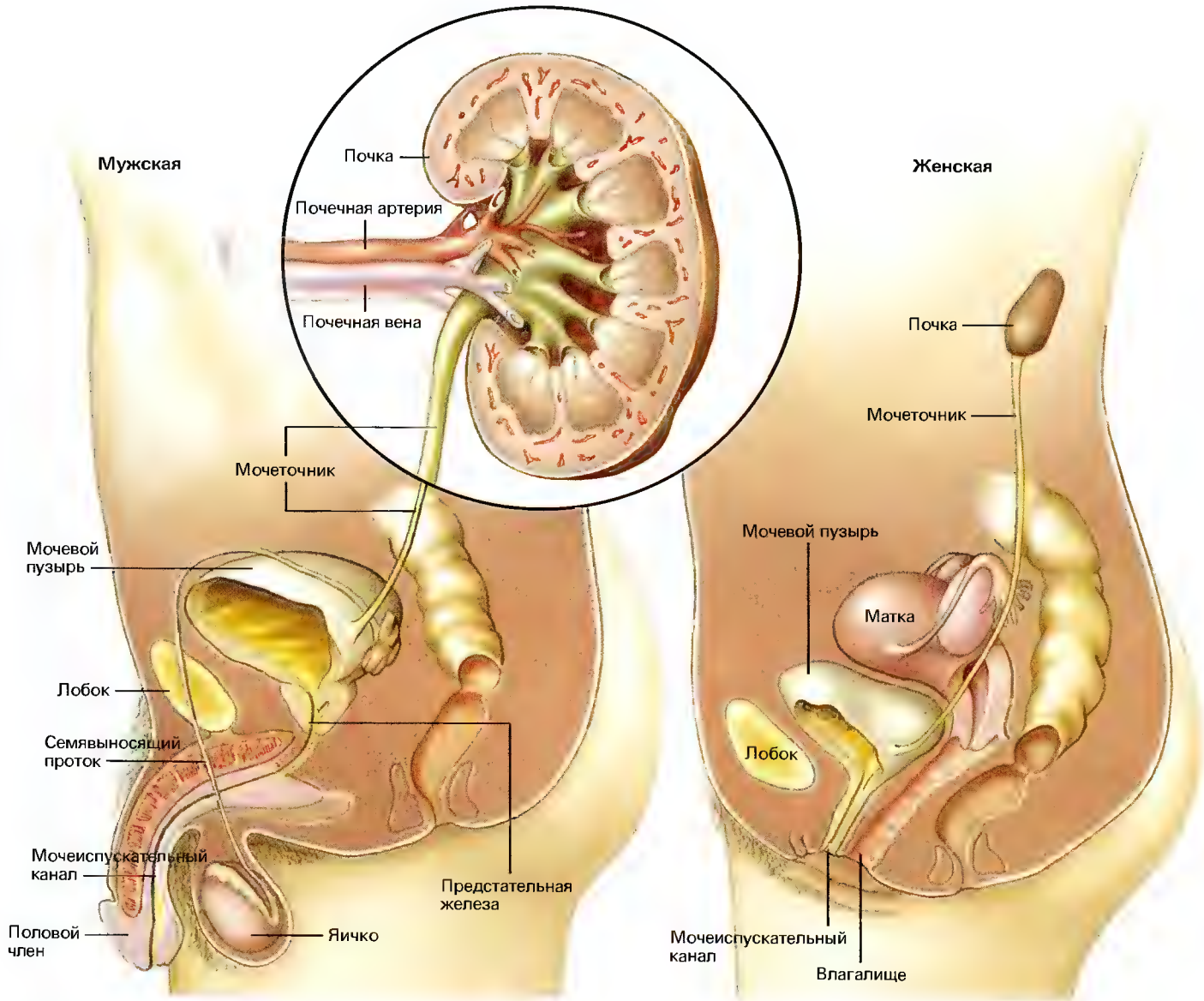
ГЛАВА 10

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Организм имеет несколько путей избавления от продуктов жизнедеятельности — продуктов, которые обязательно должны быть выведены, иначе происходит отравление организма. Эту функцию выполняют различные выделительные системы: мочевая система, чьи главные составные — мочевой пузырь и почки; кишечник, или толстый кишечник; желчный пузырь и потовые железы на коже.



Справа: Мочевая система — одна из главных выделительных систем организма. Она состоит из почек, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала, по которому моча поступает из мочевого пузыря и выводится из организма.



Мужская и женская мочевыделительные системы. У людей обоих полов мочевой пузырь — это мешочек воронкообразной формы, напоминающий перевернутую пирамиду. Основание пирамиды образует поверхность, на которой у женщин лежит матка, у мужчин — кольца кишечника. Мужская уретра — канал, по которому выводится моча, — достигает 20 см (8 дюймов), у женщин уретра значительно короче.

Выделение

Выделение — это процесс, в ходе которого организм избавляется от продуктов обмена веществ. Различные составные организма постоянно вырабатывают свои собственные побочные продукты, которые должны обязательно удаляться, и если этого не происходит, то организм, в сущности, будет отравлять сам себя. Разные органы, включая легкие, почки, печень и кишечник, следят за тем, чтобы этого не случилось.

Казалось бы странным думать о легких как об органах выделения, но двуокись углерода — это важнейший продукт обмена веществ, который должен быть выведен из организма. Если содержание двуокиси углерода в крови начнет превышать норму, кровь будет перенасыщена кислотой, что, в свою очередь, останавливает многие химические процессы в организме, и наступает смерть. Это явление известно как дыхательная недостаточность и может явиться последней стадией хронического бронхита.

Мочевыделительная система

В химических процессах, происходящих в большинстве клеток человеческого организма, участвует протеин. При расщеплении протеина образуется азот. Почки отвечают за вывод из крови азотосодержащих соединений, основным компонентом которых является мочевина. Почки также поддерживают водный и солевой балансы в организме.

Работа почек сложна. Каждую минуту почки получают около одного литра ($1\frac{3}{4}$ пинты) крови. Эта кровь в итоге достигает фильтра на конце одного из почечных канальцев (а их два миллиона в каждой почке) и разделяется таким образом, что жидкая часть крови (плазма) поступает в каналец, в то время как остальная часть остается в кровотоке. Отфильтрованная жидкость проходит через длинный почечный каналец, и большая часть воды, солей и других ценных веществ всасывается обратно в кровь. Некоторая часть воды, мочевины и других отходов

в виде мочи поступает по двум трубочкам в мочевой пузырь.

Почки вырабатывают мочу непрерывно, и днем и ночью. В течение 24 часов выделяется около двух литров ($3^1/_2$ пинты) мочи, но это количество может колебаться. Контроль за поддержанием водного баланса в организме осуществляется почечным канальцем, где может всасываться больше или меньше отфильтрованной жидкости, проходящей через него. Сигнал абсорбировать больше жидкости, если организм обезвоживается, поступает от гормона АДГ (антидиуретический гормон), который вырабатывается гипофизом. Общее количество выделяющейся мочевины остается прежним, но она растворяется в большем или меньшем количестве жидкости и ведет таким образом к образованию более или менее концентрированной мочи.

Очень похожий процесс осуществляется по поддержанию солевого баланса. В почечных канальцах гормон под названием альдостерон, вырабатываемый надпочечниками (расположенными прямо над почками), способствует обратному всасыванию солей в количествах, необходимых организму.

Желчный пузырь

Желчь накапливается в желчном пузыре, откуда поступает в кишечник после приема пищи. Это необходимо, так как желчь содержит вещества, которые расщепляют жиры (процесс этот называется эмульгирование), что способствует их всасыванию. Таким образом, желчь не только обеспечивает вывод конечных продуктов деятельности из печени, но и играет важную роль в пищеварении (см. с. 118).

Кишечник

Когда пища поступает в желудок, она измельчается, перемешивается и подвергается химической обработке, пока не станет жидкой. Затем пища поступает в тонкую кишку, где начинается настоящий процесс пищеварения и всасываются все нужные питательные вещества. Наконец переработанная пища попадает в толстую кишку — это длинная широкая трубка в нижней правой части брюшной полости, которая затем идет вверх, закрутляется в форме подковы и кончается заднепроходным отверстием.

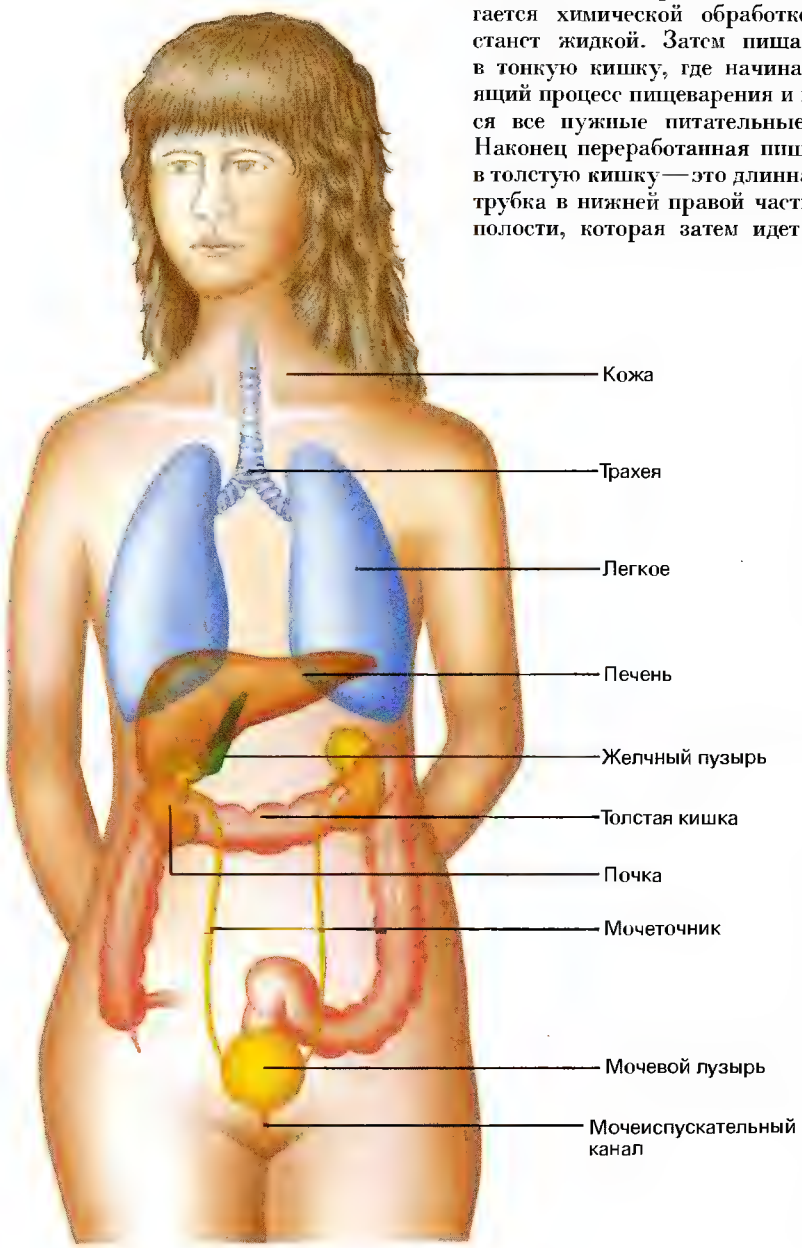
Во время прохождения по толстой кишке переваренная пища постепенно уплотняется, так как жидкость всасывается в кровь через стенки кишки. Конечная плотность продуктов выделения — фекалий — зависит от того, сколько воды было абсорбировано.

Большая часть фекалий — это просто остатки пищи, из которой забраны все питательные вещества. Спорный вопрос, следует ли фекалии называть выделениями, но кишечник безусловно содержит некоторые настоящие выделения, по крайней мере, в желчи содержатся отходы химических процессов, которые идут в клетках.

Потовые железы

В жаркие дни организм теряет много воды и солей с потом. Пот — это продукт выделения потовых желез, расположенных на коже человека, и его единственная цель — регуляция температуры тела. Температура понижается, когда пот испаряется.

Однако если человек не потеет целый день, то избыток воды и солей может быть легко выведен почками. Таким образом, пот не играет существенной роли в очищении организма от продуктов обмена веществ.



Как организм очищает себя

Это средства, или система, при помощи которых организм избавляется от продуктов жизнедеятельности — главным образом, от результатов процесса пищеварения и различных химических процессов, необходимых для поддержания жизни.

Кожа выделяет воду и соли, полученные из пищи, через поры при помощи потовых желез.

Легкие выделяют углекислоту которая образуется при сжигании глюкозы как топлива, и воду через дыхательную трубку (трахею) и рот.

Печень и желчный пузырь выделяют билирубин, образующийся при расщеплении гемоглобина из красных кровяных клеток в печени, через желчь, выходящую с фекалиями.

Почки выделяют мочевину (от расщепления протеина клетками), воду и минеральные соли через мочевой пузырь и мочеиспускательный канал.

Кишечник выделяет фекалии — остатки пищи после переработки — через заднепроходное отверстие.

Толстая кишка

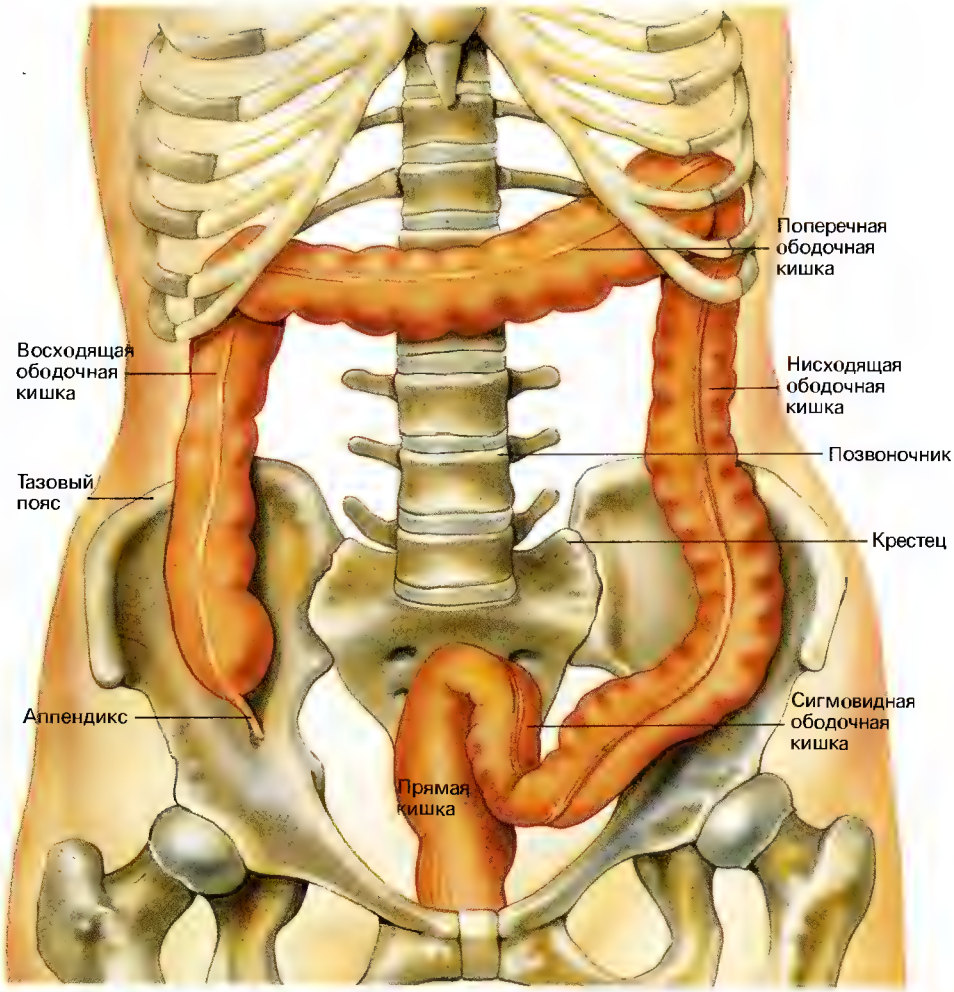
Анатомы делят толстую кишку на четыре части: слепая кишка, ободочная кишка, прямая кишка и заднепроходный канал. И слепая кишка, и червеобразный аппендикс, который выступает из нее,— тупики, их назначение в человеческом организме никому не известно.

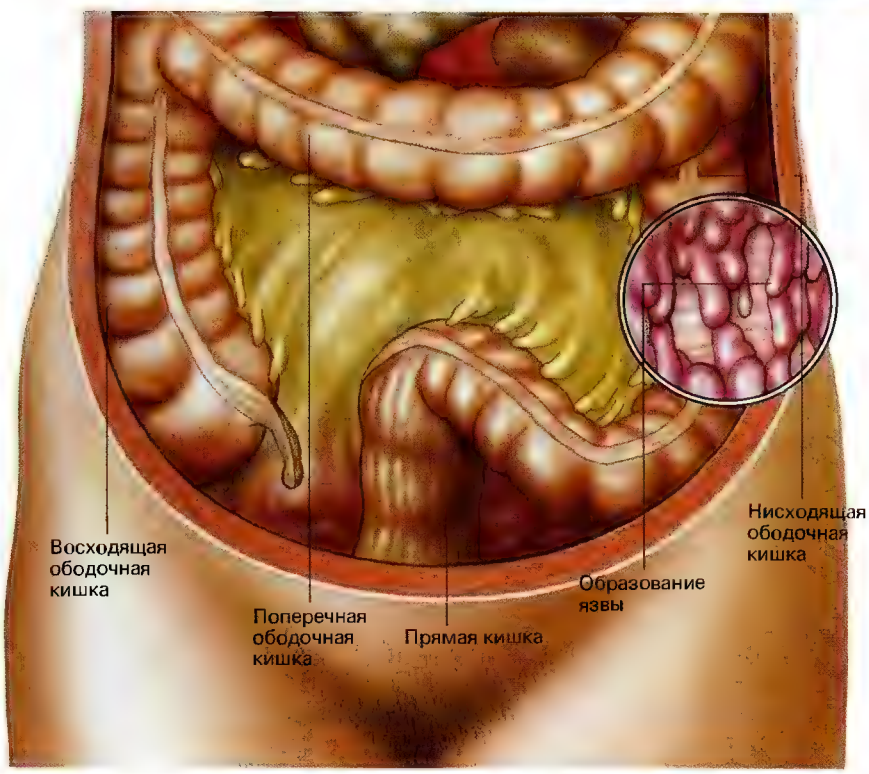
Первая часть толстой кишки известна как восходящая ободочная кишка. Она поднимается прямо вверх в правой части брюшной полости. Примерно в двух-трех сантиметрах от ее нижнего конца есть Т-образное соединение, куда входит подвздошная кишка (конечная часть тонкой кишки).

Затем, прямо под печенью, ободочная кишка поворачивает налево, под желудком пересекает брюшную полость и уходит вниз по левому боку в тазовую область, где продолжается как прямая кишка.

Первый изгиб ободочной кишки справа называется правый (печеночный) изгиб ободочной кишки; второй изгиб — левый (селезеночный) изгиб ободочной кишки. Участок ободочной кишки, что пересекает брюшную полость, называется поперечной ободочной кишкой, и неудивительно, что часть, которая сбегает вниз, называется нисходящей ободочной кишкой.

Ободочная кишка — наибольшая часть толстой кишки, имеет длину около 1,3 м ($4\frac{1}{2}$ фута). Функция ободочной кишки состоит в продвижении плотной массы к заднепроходному отверстию при помощи перистальтики и всасывании солей и воды, получаемых из тонкой кишки.





Сверху и слева: Ободочная кишка и прямая кишка. Ободочная кишка двигает массу «отходов» к заднепроходному отверстию через прямую кишку. Эта часть выделительной системы довольно расположена к воспалениям, которые могут вылиться в язвенный колит (вставка слева).

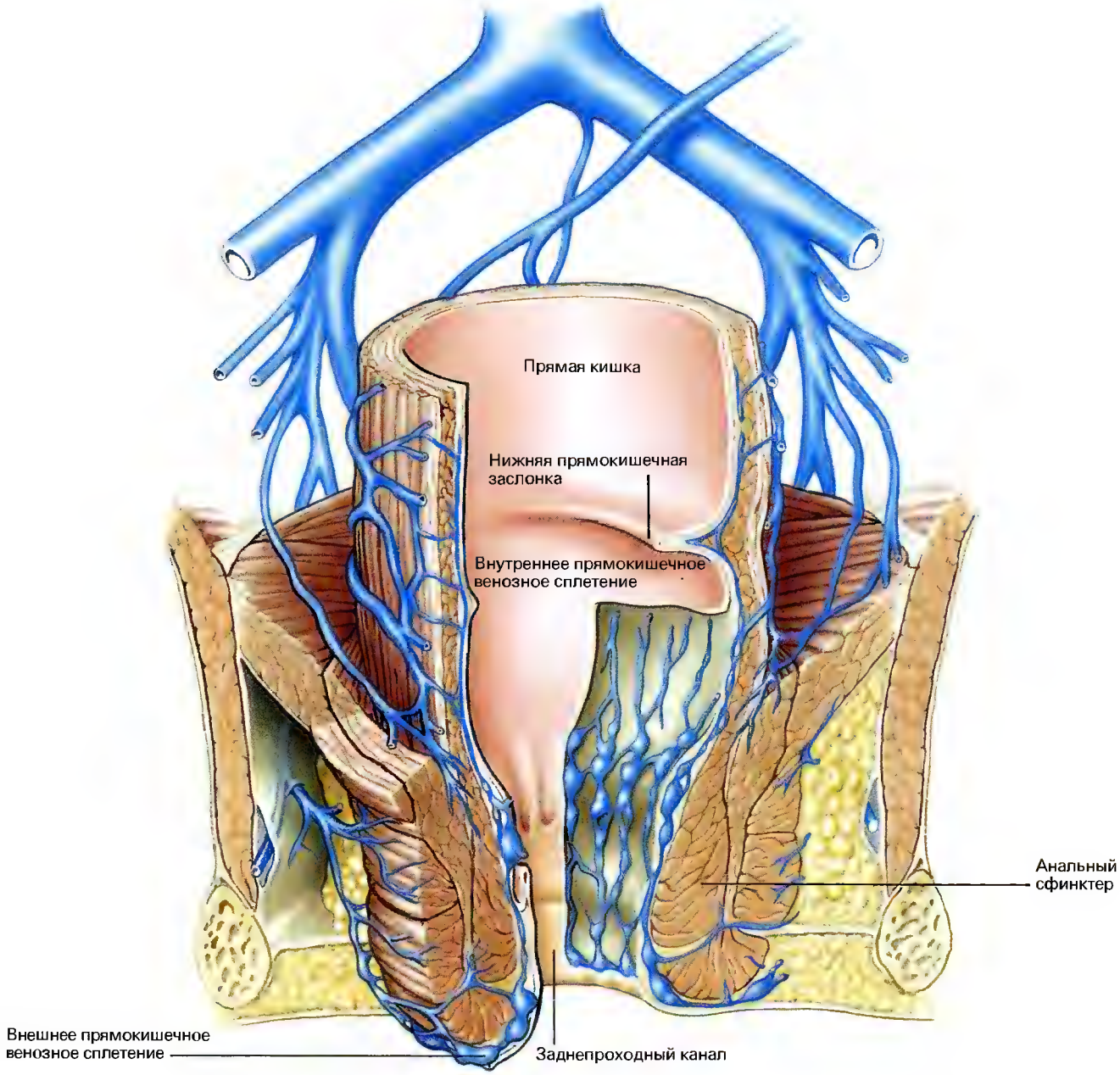
Вода всасывается в кровь из жидких остатков продуктов пищеварения.

Восходящая ободочная кишка вместе с конечной частью тонкой кишки снабжается кровью верхней брыжеечной артерией. Отсюда нижняя брыжеечная артерия несет кровь остальному кишечнику. Обе эти артерии — ветви аорты. Ветви воротной вены несут кровь от кишечника к печени.

Колит

Колит — это воспаление слизистой оболочки толстой кишки. Различают два вида колита: острый и хронический. Острый колит часто является результатом инфекции или аллергии и продолжается короткое время. Хронический, или язвенный, колит намного серьезнее. Он может давать осложнения и требует продолжительного лечения. Хронический колит преобладает у людей в возрасте 20—40 лет, но может случиться в любом возрасте.

Анатомия заднепроходного канала и прямой кишки



Прямая кишка

Люди зачастую не знают, в чем разница между прямой кишкой и заднепроходным каналом. Заднепроходный канал — это всего лишь короткая узкая трубка, окруженная кольцом мышц, которые соединяют прямую кишку — самую нижнюю часть толстого кишечника — с выходом наружу. Основная функция заднепроходного канала — удерживать каловую массу, в то время как прямая кишка накапливает ее. Когда прямая кишка и заднепроходный канал функционируют нормально, человек опорожняет свой кишечник в подходящее для этого время, а не тогда, когда каловые массы прошли через весь толстый кишечник.

Прямая кишка, как и весь кишечник, состоит из мышечной трубки, покрытой специальной пленкой, которая называется эпителием. В эпителии прямой кишки есть железы, которые вырабатывают слизь, чем облегчают продвижение каловых масс. Мышечная часть прямой кишки сокращается при дефекации, но в другое время она может расправляться. Именно способность к увеличению в размере позволяет прямой кишке служить резервуаром для каловых масс.

Заднепроходный канал

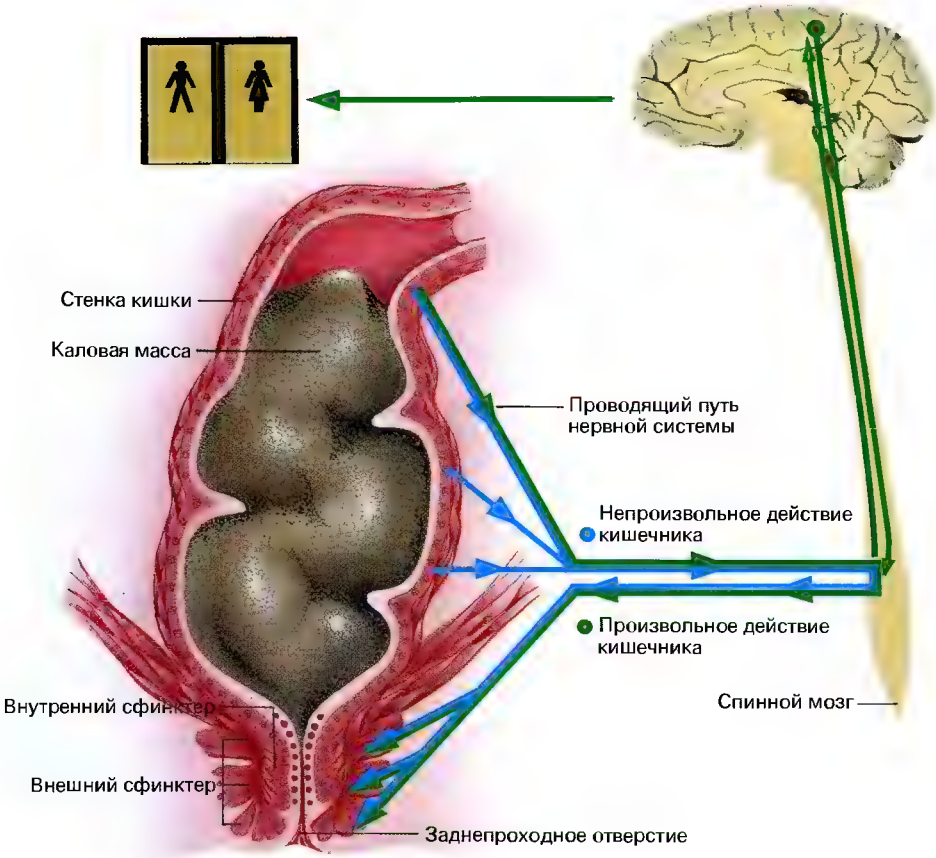
Заднепроходный канал имеет длину около 10 см (4 дюйма) и кончается отверстием, через которое выходят продукты жизнедеятельности человеческого организма, известные как фекалии.

Фекалии обычно состоят на 75 процентов из воды и на 25 процентов из твердых веществ. Часть жидкости — это слизь, которая смазывает пищеварительный тракт и облегчает выведение каловых масс из организма. Треть твердых веществ — это бактерии, еще треть — непереработанные жиры и протеины, и треть — неперевареные остатки пищи (волокна плодов, растений и т. п.).

Цвет фекалий зависит от желчных пигментов (продуктов химического расщепления красных кровяных клеток), называемых стеркобилином и билирубином. Эти желчные пигменты помогают также обеззараживать и дезодорировать фекалии.

Запах фекалий в основном зависит от деятельности бактерий в кишечнике, ко-

Управление работой кишечника



Управление работой кишечника осуществляется мозгом, который посылает внешним круговым мышцам сигнал оставаться сжатыми, пока не наступит подходящее время для дефекации. Сигналы «убивают» желание испражниться, и оно не возникает в течение нескольких часов.

торые образуют множество азотных соединений, а также сероводород, который имеет характерный запах тухлых яиц.

Как это происходит

По мере своего продвижения по кишечнику каловая масса постепенно уплотняется, так как вода всасывается организмом, и плотная масса проталкивается в прямую кишку. На конце заднепроходного канала имеется два кольца мышц, известных как внутренний сжиматель заднего прохода и сжиматель заднего прохода. Обыкновенно оба сфинктера держат канал закрытым, но во время дефекации — выхода фекалий — они расслабляются. Внутренний сжиматель (находящийся под контролем нервной системы) чувствует присутствие фекалий и расслабляется, позволяя им пройти в заднепроходный канал. Внешний сжиматель держится сжатым по воле человека (этому он учится в детстве), пока не наступает подходящий момент для испражнения. Для облегчения выхода фекалий из заднепроходного канала ткань внутри канала выделяет смазывающую жидкость — слизь.

Аппендикс

Аппендикс — узкий трубкообразный отросток, напоминающий хвостик, который расположен на конце толстой кишки. Кончик отростка закрыт, другим концом он присоединяется к толстой кишке. В длину он может достигать 10 см (4 дюйма) и 1 см ($^5/_8$ дюйма) в диаметре.

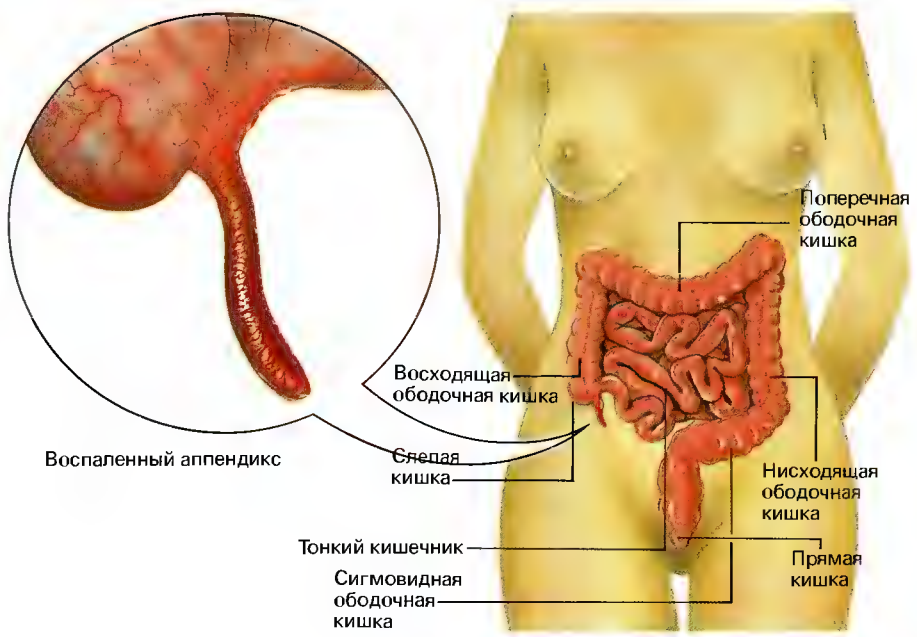
Аппендикс обнаружен только у людей, некоторых видов человекообразных обезьян и у вомбатов. Другие животные на месте аппендикса имеют орган, который функционирует как дополнительный желудок, где бактериями перерабатывается клетчатка — волокнистая часть растений. Похоже, что человек по мере эволюции на протяжении веков стал меньше есть клетчатки, отдавая предпочтение мясу, и специальный орган для ее переваривания оказался не нужен. Таким образом, аппендикс можно назвать реликтом эволюции.

Аппендицит

Имеющиеся сведения об аппендиксе противоречат друг другу. С одной стороны, природой, казалось бы, ему предназначено служить контролером инфекции в нижней части пищеварительного тракта. Подобно миндалинам и аденоидам, аппендикс содержит большое количество лимфатических желез для этой цели; но если аппендикс воспаляется, то возникает так называемый аппендицит, и аппендикс должен быть удален. С другой стороны, аппендикс кажется совершенно ненужным для жизни человека. Без него можно спокойно обойтись в раннем возрасте, а к 40 годам он почти полностью ссыхается.

Внизу: Человек вспоминает об аппендиксе только тогда, когда он воспаляется (вставка). В основном это совершенно бесполезная часть толстой кишки с никому не известным назначением.

Расположение аппендикса



Почки

У человека имеются две почки, расположены они у задней стенки брюшной полости. Из каждой почки выходят трубки, называемые мочеточниками, которые ведут к мочевому пузырю. Трубка, выходящая из мочевого пузыря, называется уретрой, или мочеиспускательным каналом. У женщин мочеиспускательный канал выходит наружу перед влагалищем, у мужчин — на кончике полового члена.

Почки содержат тысячи мельчайших фильтрующих элементов — нефронов. Каждый нефрон делится на две части — фильтрующую часть, или клубочек, и каналец, в котором из крови всасывается вода и необходимые питательные вещества.

Клубочек состоит из узла мельчайших капилляров с очень тонкими стенками. Вода и растворенные в ней продукты отходов свободно проходят через эти стенки в коллекторную систему канальцев на другой стороне. Эта капиллярная сеть столь велика, что она в любой момент может содержать до четверти всей крови, циркулирующей в организме, и может фильтровать до 130 мл (4,6 жидкой унции) крови ежеминутно.

Дырочки в стенках капилляров представляют собой биологическое решето. Они настолько малы, что молекулы, превышающие определенный размер, пройти не могут. Когда в почки попадает инфекция, клубочки воспаляются и решето не исполняет своего назначения, позволяя большим молекулам попадать в мочу. Одна из самых маленьких молекул белка, которая может попасть в мочу, это альбумин. Вот почему врач проверяет мочу на белок, чтобы увидеть, правильно ли функционируют почки.

Канальцы проходят между клубочками к коллекторной системе, которая в конечном счете приводит к мочевому пузырю. Каждый клубочек окружен капсулой Боумена, которая и есть начало канальца. Именно здесь почти вся отфильтрованная вода и соли всасываются обратно, поэтому моча получается концентрированная. Чтобы реабсорбировать эту воду, в организме работает очень сложная система. Гипофиз выделяет в кровь гормон, который и изменяет проницаемость канальца (его способность реабсорбировать воду).

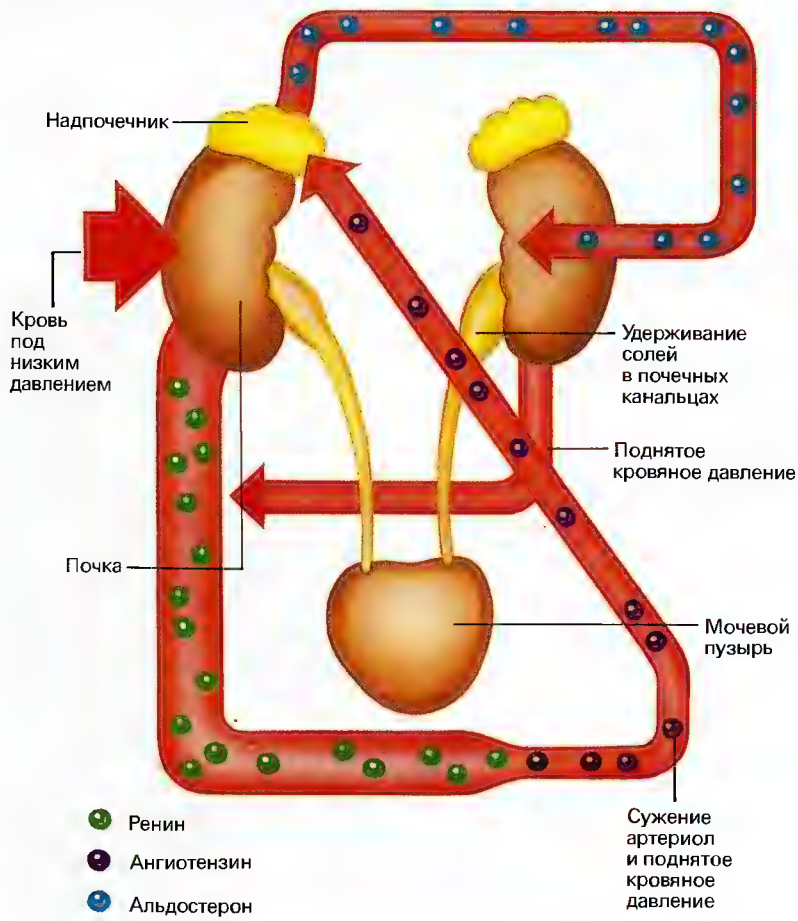
Пока гормон находится в крови, канальцу можно реабсорбировать много воды. Однако когда гормон «выключается», каналец становится менее проницаемым и больше воды уходит в мочу. Этот процесс называется диурезом, а гормон, участвующий в нем, известен как антидиуретический гормон (АДГ). При определенных условиях, таких как diabetes insipidus — несахарный диабет (не смешивать с сахарным диабетом — diabetes mellitus), этот гормон может полностью отсутствовать. Когда это происходит, больной не может удерживать воду, теряет ее в огромных количествах с мочой и вынужден восполнять ее беспрерывным питьем.

Другой гормон, альдостерон, выделяемый надпочечниками (находящимися прямо над почками), отвечает за содержание натрия и калия в крови, и таким образом управляет кровяным давлением. Паратгормон (гормон, вырабатываемый четырьмя маленькими железками, находящимися за щитовидной железой), регулирует реабсорбцию кальция, необходимого для организма, из которого состоят кости и зубы человека.

Высокое кровяное давление

Почки регулируют количество солей в организме и вырабатывают гормон под названием ренин. Уровень содержания ренина зависит от содержания солей, которое в свою очередь регулируется действием гормона надпочечников — альдостерона — в почечных канальцах. Ренин активизирует еще один гормон — ангиотензин, в результате чего, во-первых, сужаются артериолы и кровяное давление поднимается; во-вторых, надпочечники выбрасывают альдостерон, заставляя почки удерживать соли, таким образом повышая кровяное давление.

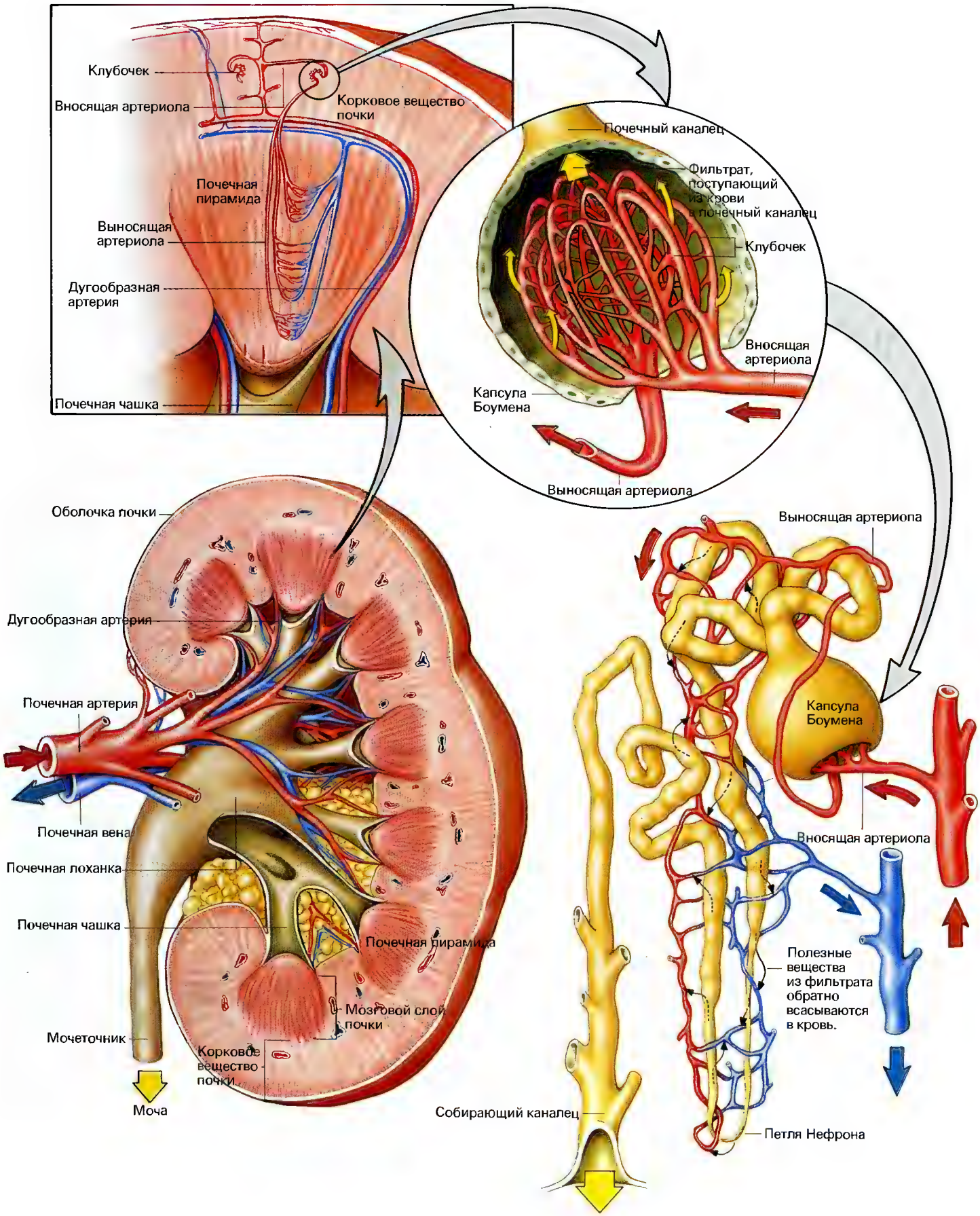
Как почки управляют кровяным давлением



Слева: Почки вырабатывают ренин, который образует ангиотензин, когда давление низкое; это сужает артерии и повышает давление. В то же время надпочечники вырабатывают альдостерон; это ведет к удержанию солей, что также повышает давление и останавливает выделение ренина.

Справа: Почка и ее компоненты. Почечная артерия несет кровь к почке, делится на дуговидные артерии и, наконец, на вносящие артериолы, каждая из которых кончается клубочком (вставка). Кровь проходит через стенки клубочка и поступает в почечный каналец. Основные компоненты крови (плазма, белок, красные и белые тельца) слишком крупные, чтобы пройти сквозь полупроницаемую оболочку клубочка, но большинство других веществ (например, вода, соли и гормоны) могут просочиться. Следующий этап называется выборочной реабсорбцией (дальний правый рисунок). Вещества, необходимые организму, всасываются в выносящие артериолы через стенки канальца. Как только процесс фильтрации заканчивается, кровь покидает почку через почечную вену; продукты, подлежащие выделению, уходят в мочу.

Почечная система фильтрации



Мочевой пузырь

Мочевой пузырь — полый мышечный орган с толстыми стенками, который располагается в нижней части тазовой области между лобковыми костями и прямой кишкой. Это четырехсторонний воронкообразный мешочек, напоминающий перевернутую пирамиду. Основание этой пирамиды образует поверхность, на которой лежит тонкий кишечник, а у женщин — матка.

Стенки мочевого пузыря — это мышечная оболочка, которая способна растягиваться, когда пузырь наполняется, и сжиматься, опорожняя его. Почки почти беспрерывно посылают небольшие количества мочи по мочеточникам. Однако мочевой пузырь действует как воздушный шарик. По мере того как он наполняется, давление повышается, мышечные ткани пузыря значительно растягиваются, принимая мочу, пока пузырь почти не наполнится. Когда пузырь начинает оказывать сопротивление, мы чувствуем позыв к мочеиспусканию.

Два мочеточника — трубки, по которым моча стекает из почек в мочевой пузырь, — входят в пузырь у задних краев верхней поверхности. В области впадения в пузырь имеются заслонки, не позволяющие моче проникать обратно в почки, если пузырь переполнен.

Моча выходит из организма через уретру, мочеиспускательный канал, который выходит из самой нижней точки мочевого пузыря. Обычно это место контролируется сфинктером — круговой мышцей, которая сокращается, чтобы закрыть проход. Во время мочеиспускания сфинктер расслабляется, а мышцы мочевого пузыря сокращаются, чтобы вытолкнуть мочу.

У взрослого мужчины уретра в среднем равняется 20 см (около 8 дюймов) и состоит из трех частей. Первая часть, или предстательная, равняется 2,5 см (1 дюйму); она начинается от заслонки, или сфинктера, у выходного отверстия мочевого пузыря и проходит через середину предстательной железы. Средняя часть мочеиспускательного канала равняется всего около 12 мм ($^1/_2$ дюйма), ее часто называют перепончатой частью мочеиспускательного канала.

Последняя часть и самая длинная — свыше 15 см (6 дюймов) — называется губчатой, или многополостной. Она проходит в половом члене и заканчивается наружным отверстием мочеиспускательного канала (щель на кончике).

У женщин мочеиспускательный канал значительно короче, и его единственное назначение — выводить мочу. Он около 1 см ($^1/_3$ дюйма) в диаметре и окружен слизистыми железками. Тот факт, что он такой короткий и выходит в относительно незащищенную и загрязненную область, объясняет, почему женщины больше подвержены инфекциям мочевых путей.

Мочеиспускательный канал в поперечном разрезе

Мужской и женский мочеиспускательные каналы. Следует обратить внимание на то, что у женщин уретра гораздо короче и таким образом как бы менее защищена и более восприимчива к инфекциям.

Моча

Содержание жидкости в клетках строго лимитировано. Постоянно образуются некоторые токсические вещества, такие как мочевина и кислота, и они должны выводиться, чтобы их содержание в крови оставалось на допустимом уровне. Содержание некоторых других веществ, таких как соли и вода, тоже не должно выходить за пределы, и процесс их регулирования — гомеостаз — основная функция почек. Ясно, что для поддержания баланса этих веществ в организме нужна гибкая система, тем более что количество поступающей жидкости может варьироваться от нуля до 10 литров ($2\,^1/_2$ галлона) в день.

Состав выводимой — конечной — мочи зависит от того, какие токсические вещества образуются в организме. Фактически все, что можно найти в моче, присутствует и в крови, отличается лишь концентрацией. В моче содержание вредных веществ варьируется, чтобы поддержать определенный уровень их содержания в крови. Отвратительный запах появляется у мочи вследствие разложения ее под действием бактерий, находящихся в воздухе. Запах свежей мочи не такой уж неприятный.

Картина в целом очень тонкая и сложная, но конечный результат состоит в образовании жидкости, вместе с которой продукты жизнедеятельности организма и различные другие вещества, как например натрий, выводятся из организма. Около 1200 литров (250 галлонов) крови проходит через почки ежедневно, и образовывается около 110 литров (25 галлонов) фильтрата. Почти все это всасывается обратно, остается лишь 1 литр (2 пинты) мочи. Это количество маленькими струйками поступает из почек по мочеточникам в мочевой пузырь и является среднесуточным количеством мочи, выводимой из организма.

Контролирование мочеиспускания

Обычно мочевой пузырь взрослого человека в состоянии удерживать полпинты мочи без ощущения дискомфорта, и опорожнение (мочеиспускание) наступает, когда в мочевом пузыре накопится около пинты. По мере наполнения мочевого пузыря растягивание мышечных стенок посылает сигнал спинному мозгу.

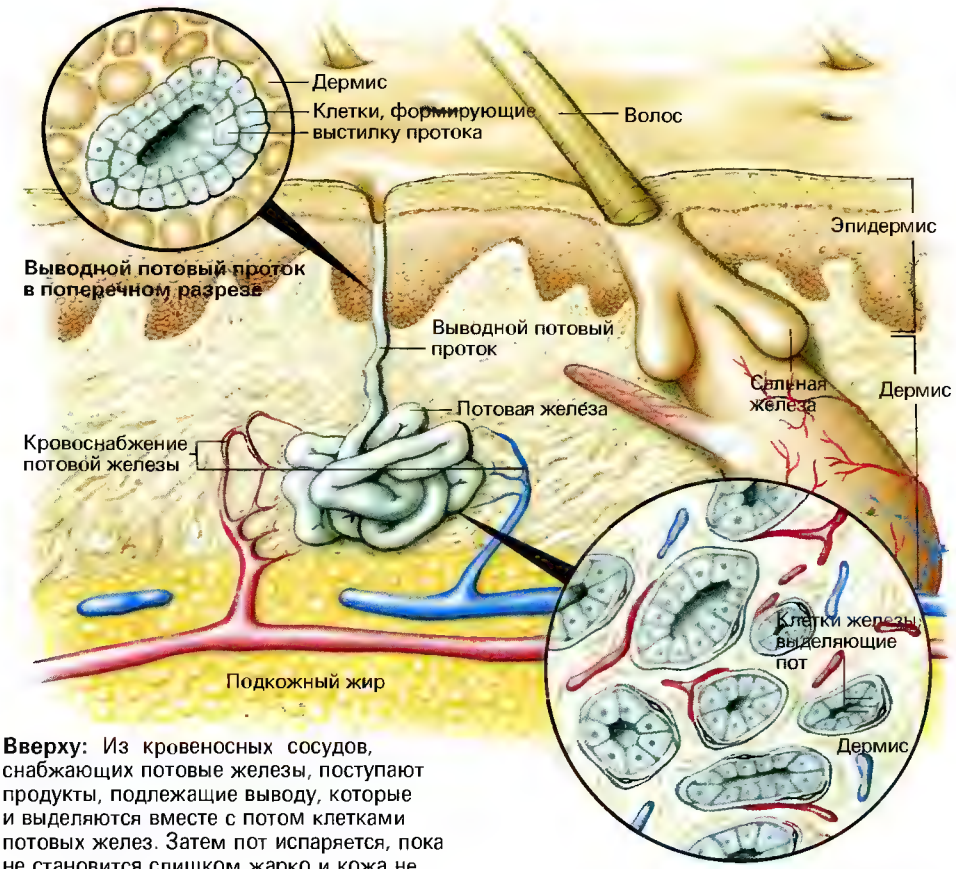
У маленьких детей происходит автоматическое опорожнение под действием рефлекса. В процессе приучения к горшку этот рефлекс постепенно подавляется контролем из высших центров головного мозга. Если сигналы о наполненности поступают в неподходящее время, мозг посылает приказ стенкам мочевого пузыря расслабиться, и идет дальнейшее наполнение, пока сигнал не поступит вновь.

Потовые железы

Нормальной температурой тела человека считается 37° С (98,6° Ф), хотя у разных людей в течение дня температура тела колеблется. Однако необходимо, чтобы температура тела, или внутренняя температура, оставалась более или менее постоянной. Если внешняя температура поднимается слишком высоко, внутренняя температура регулируется через потовые железы путем потоотделения.

Нормальная температура тела поддерживается также легкими и кожей без привлечения потовых желез. Но это довольно неэффективный способ поддержания температуры. К тому же он не очень гибкий, потому что, когда человеку жарко, он не может участить свое дыхание, как это делает собака в жару.

Фактически температура тела человека нормализуется потоотделением. Однако пот обычно испаряется с кожи прежде, чем его можно заметить, происходит так называемое «неощутимое потоотделение». При таком испарении внутренняя температура нормализуется. Этот процесс основан на том, что для испарения жидкости требуется энергия — все равно как превращение воды в пар. В человеческом организме эта энергия поступает с поверхности кожи; для того, чтобы пот испарился, расходуется энергия в коже, и человеку становится прохладнее. Если человеку становится настолько жарко, что пот начинает струиться по коже, это означает, что система достигла стадии, когда она едва может справляться — наиболее эффективно она работает на так называемой «неощутимой» стадии.



Вверху: Из кровеносных сосудов, снабжающих потовые железы, поступают продукты, подлежащие выводу, которые и выделяются вместе с потом клетками потовых желез. Затем пот испаряется, пока не становится слишком жарко и кожа не начинает увлажняться.

Потовая железа в поперечном разрезе

Типы потовых желез

Тело человека покрыто потовыми железами, которые выделяют жидкость. До наступления половой зрелости функционирует только одна группа желез — железы внешней секреции, которые расположены по всему телу, за исключением губ и некоторых частей половых органов. Этих желез очень много на участках с толстым кожным покровом, таких как ладони и подошвы. Деятельность этих желез управляется нервной системой и некоторыми гормонами. Это означает, что они реагируют не только на изменения температуры, но и на другие условия — отсюда мокрые ладони от волнения и «приливы» при менопаузе.

Другие железы, апокринные, намного сложнее, чем железы внешней секреции. Под микроскопом они выглядят, как земля, выброшенная земляным червем,— похожи на очень сложные кольца. Они развиваются и начинают функционировать в период юности; находятся они в подмышках, в паху и вокруг сосков, не связаны с нервной системой. Мутное беловатое вещество, которое они выделяют, придает телу неприятный запах, если не мыться регулярно. Это происходит потому, что беловатое вещество вступает в реакцию с находящимися на коже бактериями, и побочный продукт этого взаимодействия и есть неприятный, отвратительный запах, или «запах тела».

Перегрев

Пот, выделяемый железами внешней секреции, не просто вода. Он содержит много разнообразных химических элементов, наиболее важными из которых являются соли. Люди, которые сильно потеют во время физической работы или жары, могут терять до 5 литров (9 пинт) жидкости в день. В этом случае они должны восстанавливать не только содержание жидкости в организме, но и потерянную соль. Им обычно рекомендуются таблетки, содержащие соль. Если потерянную соль не восстанавливать, могут начаться судороги и головные боли — состояние, известное как тепловой удар. Однако возможна адаптация к жизни в жарких условиях; организм сам регулирует содержание веществ и выделяет меньше соли.

Если организм не адаптируется полностью к жаркой погоде, человек может пострадать от теплового удара. Это очень серьезное состояние, при котором потоотделение полностью прекращается и внутренняя температура резко повышается. Если организм немедленно не охладить, могут наступить церебральные нарушения и, в конечном итоге, смерть. К счастью, это случается чрезвычайно редко.

Перегрев также наблюдается, когда у людей жар. Бактерии и вирусы выделяют токсичные вещества, на которые организм реагирует повышением температуры. Таким образом внутренняя температура повышается, и страдающие от жара люди сильно потеют.

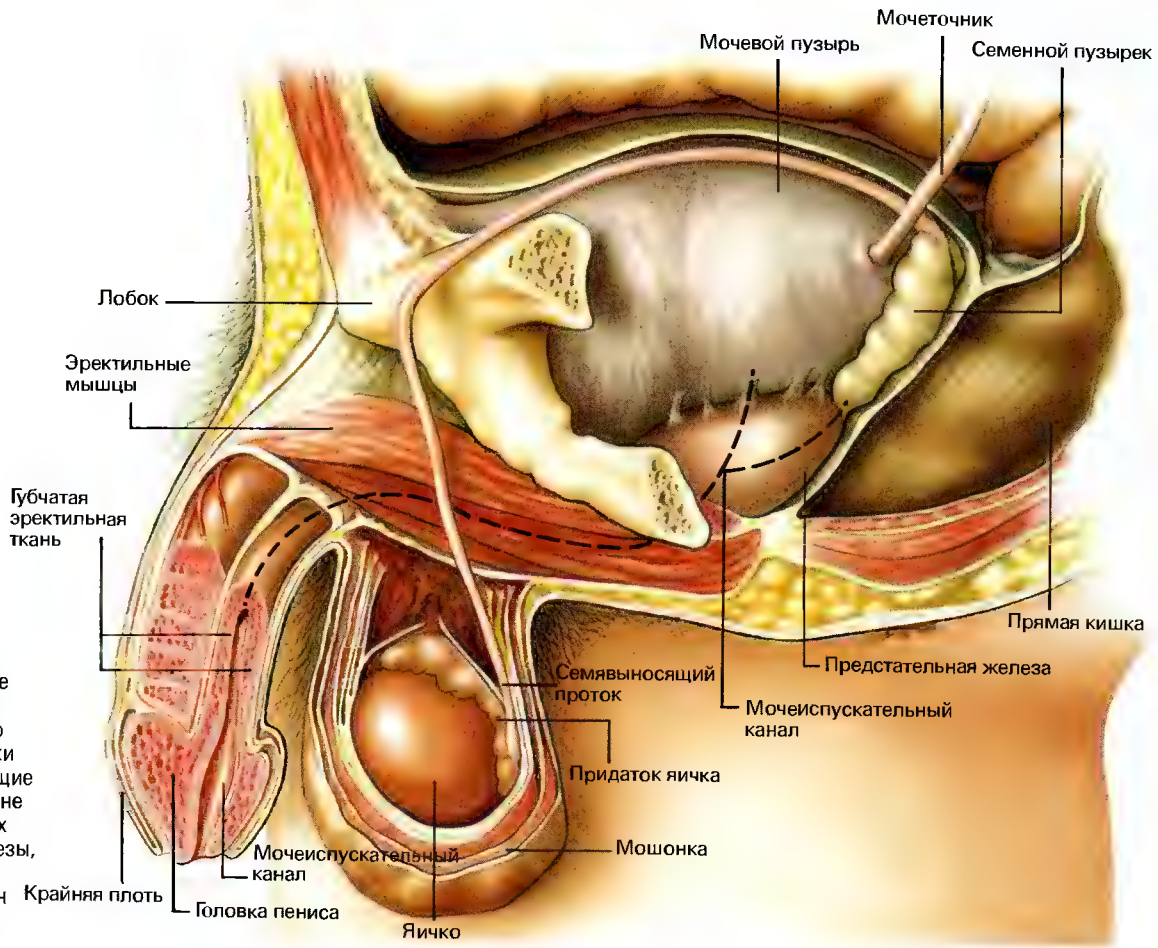
Охлаждение

Принцип потоотделения как системы охлаждения организма работает наиболее эффективно при разумной сухости воздуха. Если погода влажная и к тому же жаркая, пот не может испаряться, и пленка пота, покрывающая кожу, прекращает процесс охлаждения организма. Вот почему влажный жаркий климат так тяжело переносится по сравнению с сухим жарким климатом — охладиться практически невозможно. Точно так же в узкой, плотно прилегающей одежде человек ощущает себя потным и липким — его кожа покрывается пленкой пота, как будто он находится во влажном тропическом лесу.

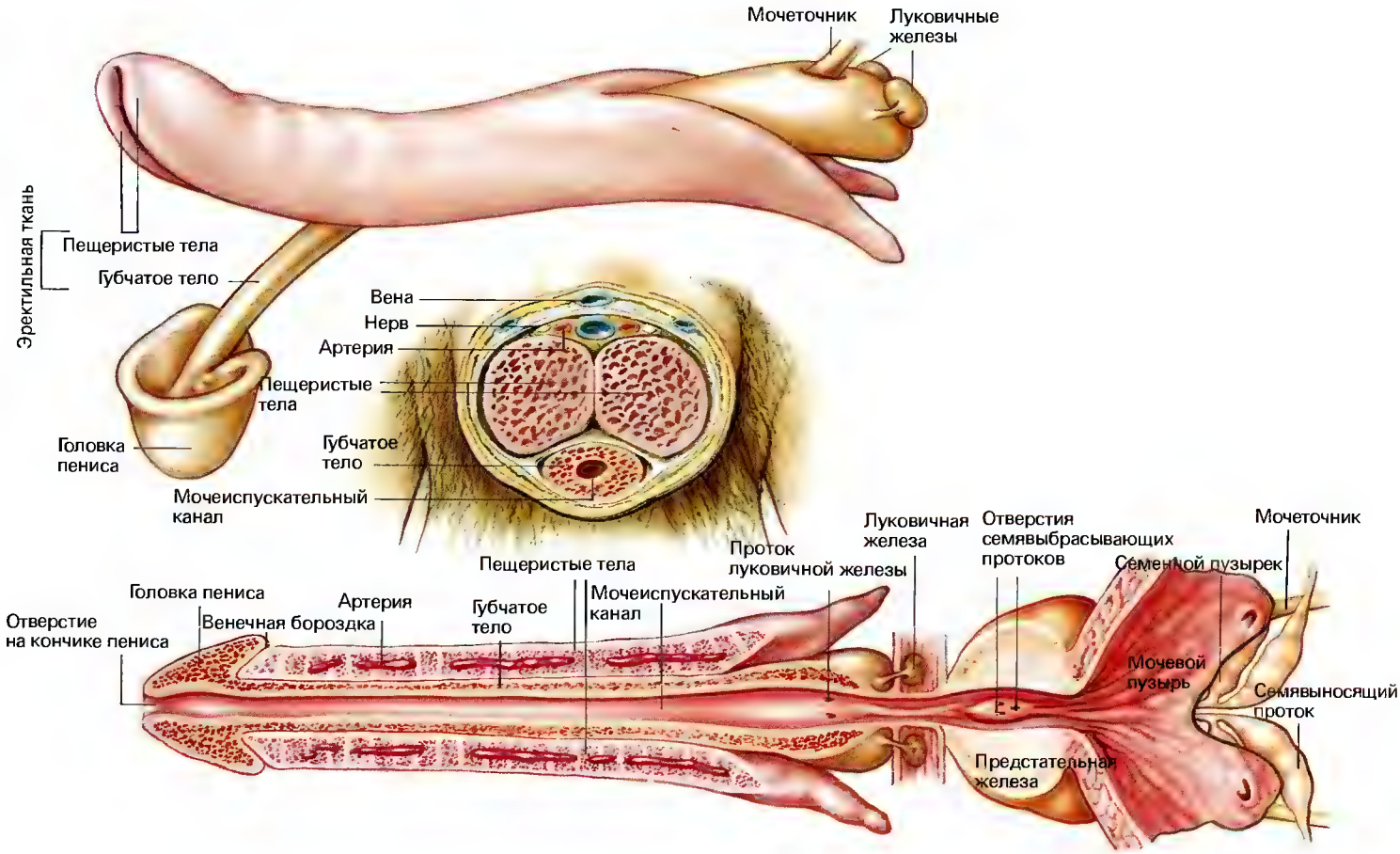
ГЛАВА 11

РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА

Сексуальная активность — это основной жизненный стимул, который объединяет человека со всеми представителями животного мира. Он вызван необходимостью воспроизведения и сохранения вида. У людей репродуктивные органы и железы начинают развиваться в период полового созревания. В женском организме тонко отлаженный механизм управляет главным физическим процессом воспроизведения, и это проявляется в менструации, зачатии и беременности.



Справа: Мужские половые органы включают пенис, мошонку, предстательную железу, семенные пузырьки и различные протоки, идущие по половым путям. Яички не являются частью половых органов, это половые железы, которые вырабатывают мужской половой гормон тестостерон.



Вверху: Детальное изображение пениса, показывающее все его части (верхний рисунок). На рисунке в центре представлен внутренний стержень пениса в разрезе, показаны три группы тканей, отвечающих за эрекцию. На нижнем рисунке — продольный разрез пениса, и хорошо виден просвет мочеиспускательного канала.

Половые органы

Репродуктивные (половые) органы мужчин и женщин делятся на две части: наружные и внутренние половые органы и половые железы. Половые железы у мужчин — это яички, у женщин — яичник.

В период полового созревания половые железы начинают расти и становятся активными под влиянием гормонов, вырабатываемых гипофизом. Эти гормоны, в свою очередь, стимулируют вырабатывание половых гормонов: тестостеронов, или андрогенов, у мужчин и эстрогенов и прогестеронов у женщин. Половые гормоны способствуют развитию как половых органов, так и вторичных половых признаков, таких как увеличение кадыка у мужчин (что выражается ломкой голоса) и появление менструации, или менархе, у женщин.

Мужские половые органы

У мужчин половые органы состоят из пениса и мошонки, которые расположены снаружи, предстательной железы, семенных пузырьков и различных протоков половых путей, которые находятся внутри брюшной полости. Мужские половые органы предназначены для вырабатывания спермы и доставления ее в женские половые органы.

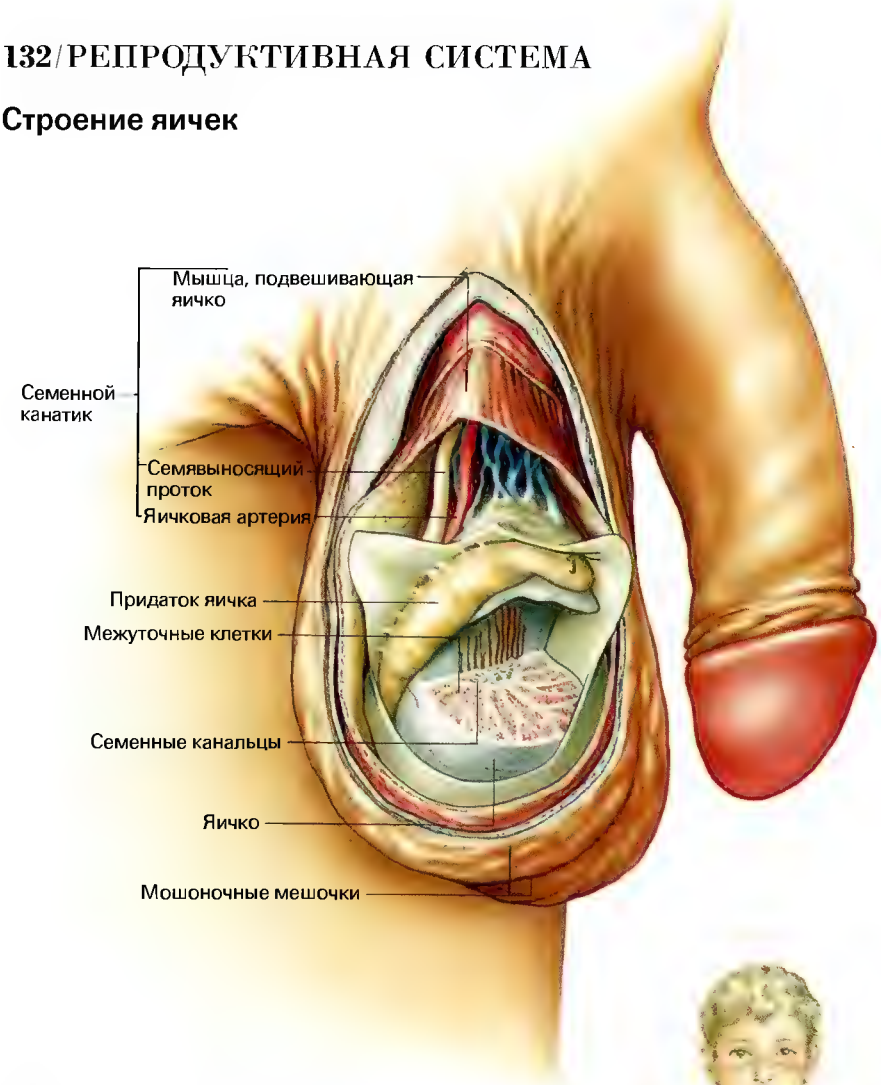
Пенис состоит из центрального канала — уретры, — по которому проходит моча, когда человек опорожняет мочевой пузырь, или сперма во время полового сношения. Мочеиспускательный канал соединяет мочевой пузырь, где скапливается моча, и отверстие на кончике пениса. Сперма поступает в мочеиспускательный канал во время полового акта через пару трубочек — семявыносящие протоки, — которые вливаются в мочеиспускательный канал почти сразу же, как только он выходит из мочевого пузыря. Плотное кольцо мышц на выходе мочеиспускательного канала из мочевого пузыря держит проход закрытым, в результате чего моча появляется только тогда, когда нужно.

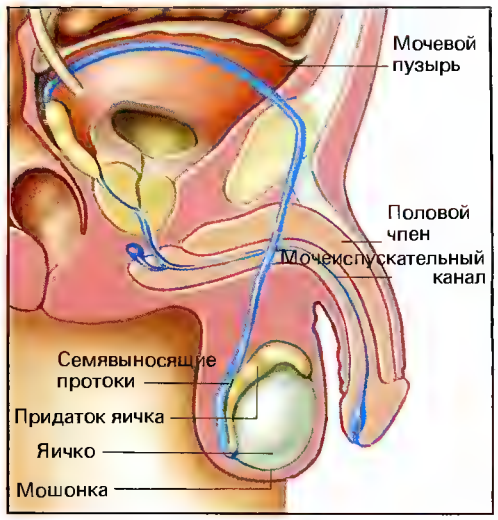
Пенис обычно висит перед мошонкой — морщинистым мешочком, в котором находятся яички, — в расслабленном, или вялом, состоянии. Его длина колеблется от 6 до 12 см ($2^1/_2$—5 дюймов). Во время сексуального возбуждения он становится твердым и прямым, направленным обычно слегка кверху. В таком состоянии он достигает 10—20 см (4—8 дюймов) в длину. Кончик пениса — головка, или «шлем», — наиболее чувствительное место. Углубление за головкой называется венечной бороздкой, далее идет тело, или стержень, а место, где он соединяется с нижним отделом брюшной полости, называется корнем.

Эрекция

Самая большая часть пениса состоит из трех групп тканей, которые отвечают за эрекцию. Эти участки снабжены разветвленной сетью кровеносных сосудов, и когда мужчина сексуально возбужден, сюда приливает и удерживается огромное количество крови. Наполнение кровью делает пенис длиннее, толще и тверже; он также поднимается, так как повышается внутреннее давление. После семяизвер-

Строение яичек





Вверху: Яички состоят из семенных канальцев, где образуются сперматозоиды, и межуточных клеток, которые вырабатывают мужской половой гормон тестостерон. Сперматозоиды накапливаются в придатке яичка, перед тем как пройти по семявыносящим путям и выйти наружу. На вставке простой схематический рисунок показывает, как яички связаны с пенисом.

жения и спада сексуального возбуждения ток крови уменьшается до нормального уровня, и пенис возвращается в свое вялое состояние, так как кровь, вызывающая эрекцию, отливает.

Крайняя плоть и головка

Чувствительная, нежная головка защищена свободной складкой кожи — крайней плотью, или препуциумом. С увеличением пениса во время эрекции крайняя плоть оттягивается назад, оставляя головку открытой для воздействия, что в конце концов ведет к оргазму. Кожа на головке и крайней плоти выделяет сальное вещество, называемое сметмой, кото-

рое служит смазкой, облегчая движение крайней плоти по головке. Очень важно регулярно ее смывать: у некоторых мужчин смегма скапливается, образуя зловонную клейкую массу, которая может вызвать болезненное ощущение или воспаление крайней плоти — баланит. Повторяющийся или постоянный баланит является иногда медицинским основанием для обрезания, которое обычно делается по религиозным соображениям.

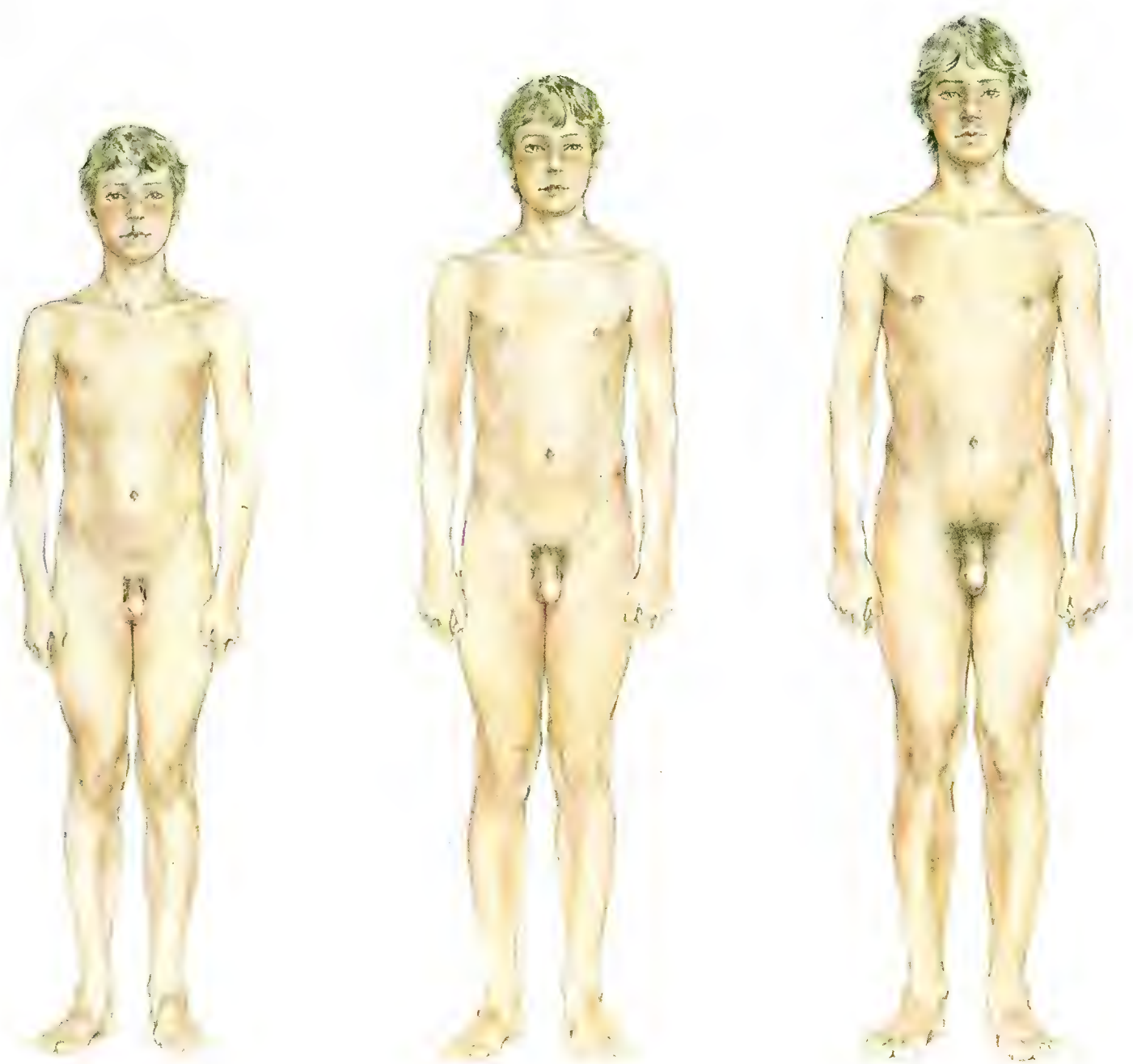
Яички

Физически нормальный мужчина имеет два яичка, которые развиваются у зародыша из складки ткани на задней стенке живота. После сформирования яички постепенно втягиваются внутрь живота, а к моменту рождения каждое яичко обычно занимает свое место в мошонке.

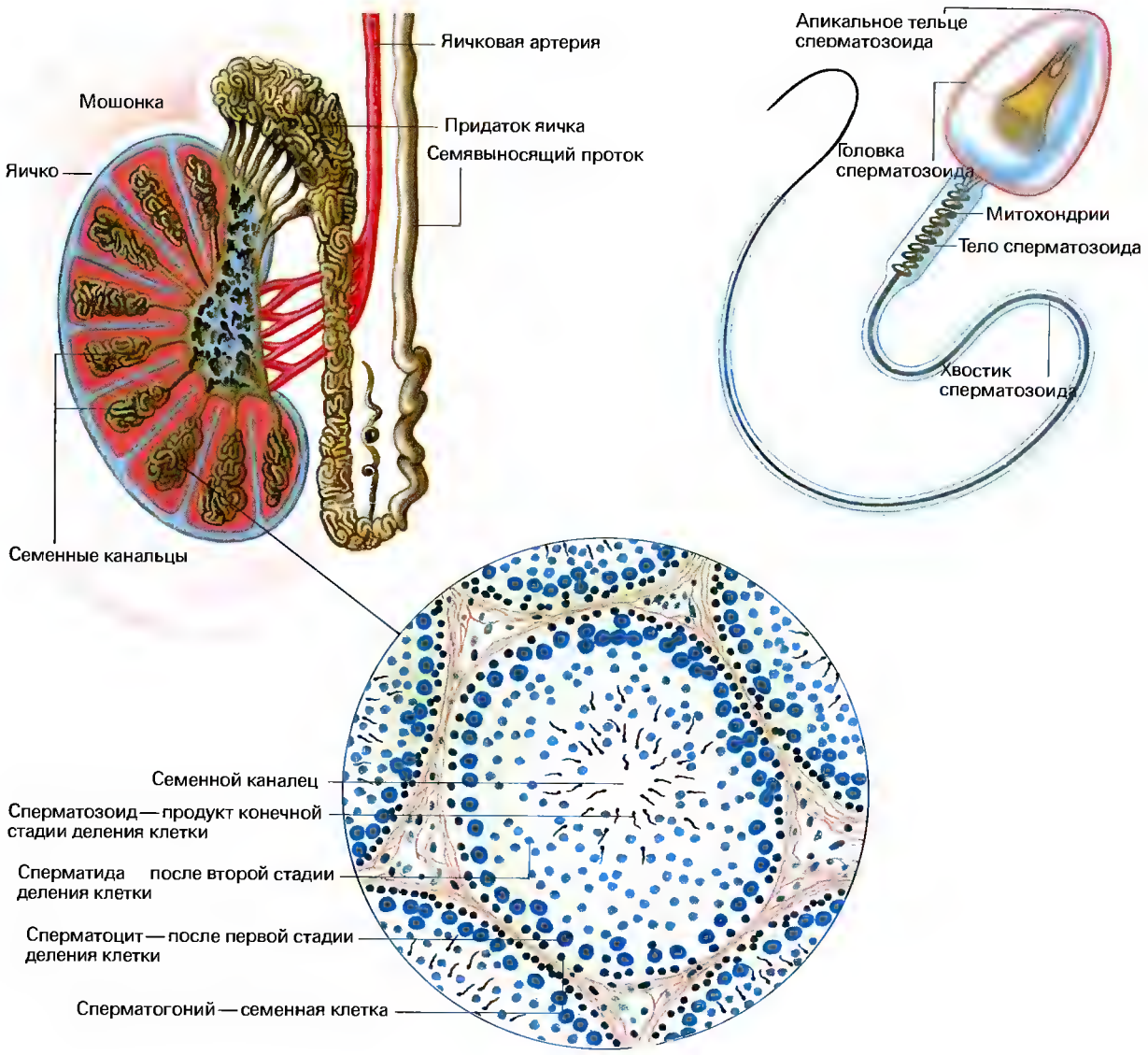
Функция яичек двойная. Во-первых, это место, где образовываются сперматозоиды; каждый сперматозоид несет всю генетическую информацию мужчины. Во-вторых, в яичках есть клетки, которые вырабатывают мужской половой гормон тестостерон, обуславливающий присущие мужчине особенности: низкий голос, типичное распределение жира и волосяного покрова по телу. Эти две функции выполняются совершенно разными группами клеток внутри каждого яичка; одна функция не может быть выполнена без другой.

Яички имеют овальную форму. К заднему краю каждого из них прикрепляет-

Внизу: На рисунке показаны пять стадий в физическом развитии мужчины: отражен внешний вид и развитие вторичных половых признаков, таких как лобковые волосы. Интересно также обратить внимание на изменение с возрастом размеров пениса и мошонки относительно друг друга. Кроме этого, видно также постепенное изменение телосложения.



Как созревают сперматозоиды



ся структура поменьше, в форме длинной запятой, называемая придатком яичка. Придаток яичка состоит из сети микроскопических трубочек, по которым поступают сперматозоиды из яичка. Эти трубочки соединяются и образуют одну трубочку — семявыносящий проток. Он несет сперматозоиды к основанию мочевого пузыря. Сеть этих канальцев, за исключением семявыносящего протока, микроскопическая по размеру.

Каждое яичко держится в мошонке на семенном канатике, который состоит из семявыносящего протока, яичковой артерии и яичковой вены. Эти три составляющих окружены мышечной оболочкой, которая называется мышцей, подвешивающей яичко. Таким образом, семенной канатик служит двум целям: во-первых, обеспечивает кровоснабжение яичка; во-вторых, выводит образовавшиеся сперматозоиды из яичка.

Сперматозоид

Сперматозоидом называется мужская половая клетка. Его единственная цель — оплодотворение женской клетки, яйцеклетки.

В длину сперматозоид составляет 0,05 мм, по форме напоминает головастика. Он делится на три основные части: головку, тело и хвостик. Передняя часть головки — апикальное тельце — содержит специальные ферменты, которые делают его способным проникнуть в яйцеклетку и оплодотворить ее. Тело содержит органеллы под названием митохондрии, которые являются источником энергии, необходимой сперматозоиду для его пути и проникновения в яйцеклетку.

Единственное назначение хвостика — двигать сперматозоид, что он и делает, извиваясь, как кнут, и развивая скорость до 3—3,5 мм в минуту.

Вверху: С наступлением половой зрелости в семенных канальцах постоянно образуются сперматозоиды. Чтобы стать сперматозоидом, базовая семенная клетка проходит три стадии деления (вставка). Затем сперматозоиды проходят через канальцы в придаток яичка, где скапливаются. Зрелый нормальный сперматозоид (вверху справа) имеет головку, тело и хвостик.

Сперматозоид содержит большое количество химических элементов и генетическую информацию. Это хромосомы, которые несут генетическую копию отца и определяют наследственность ребенка. Именно сперматозоид несет генетическое сообщение, которое определяет пол ребенка.

Вырабатывание сперматозоидов

Для успешного вырабатывания сперматозоидов необходима температура на три градуса по Цельсию ниже, чем температура тела. Поэтому сперматозоиды вырабатываются вне тела — в мошонке. Окружающие ткани помогают регулировать температуру в яичках внутри мошонки, подтягивая их вверх при холоде, а когда температура поднимается слишком высоко, хорошо развитая сеть кровеносных сосудов снижает ее.

Вырабатывание сперматозоидов — на уровне от 10 до 30 биллионов в месяц — происходит в семенных канальцах в яичках. Вновь образованные сперматозоиды поступают затем из семенных канальцев в придаток яичка, который расположен у заднего края яичка. Придаток яичка служит вместилищем, где происходит дозревание сперматозоидов, на что уходит 60—72 часа. Фактически придаток может быть опустошен за три или четыре эякуляции в течение 12 часов; требуется около двух дней, чтобы его наполнить вновь. Если эякуляции не происходит, сперматозоиды разрушаются и реабсорбируются.

Эякуляция

Перед эякуляцией, или семяизвержением, сперматозоиды проходят по семявыносящим протокам — двум трубочкам, соединяющим яички и предстательную железу, — и поступают в следующее вместилище — ампулу семявыбрасывающего протока. Здесь сперматозоиды смешиваются с секретом, вырабатываемым семенными пузырьками — двумя кольцевидными трубочками, прилегающими к ампуле. Этот секрет, называемый семенной жидкостью, сообщает подвижность — способность самопроизвольно двигаться — сперматозоидам и помогает им выжить в кислой среде влагалища. Предстательная железа, через которую сперма проходит во время семяизвержения, вырабатывает небольшое количество подобной жидкости, которая поддерживает активность сперматозоидов.

В момент семяизвержения сперматозоиды и семенная жидкость выбрасываются из ампулы и придатков в мочеиспускательный канал при помощи сокращения мышц.

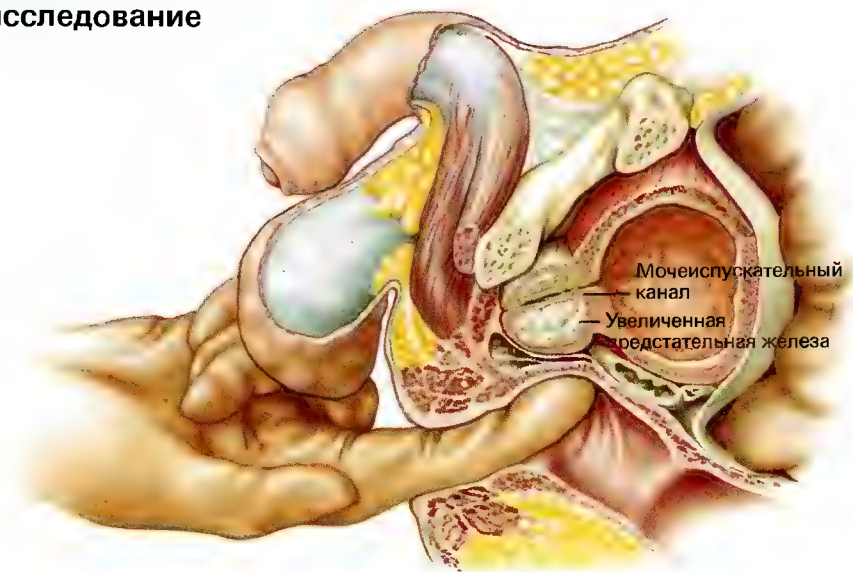
Если сперматозоиды выбрасываются в женское влагалище, они двигаются так быстро, как только могут, через шейку в матку, направляясь в фаллопиевы трубы. Именно в этих трубах происходит оплодотворение, если там присутствует яйцеклетка.

Расположение предстательной железы

Вверху: На рисунке представлен вид сбоку, где показано расположение предстательной железы по отношению к другим органам. Вставка показывает расположение предстательной железы более четко по отношению к мочевому пузырю. Обратите внимание на расположение семявыносящего протока и мочеточника

Внизу: На рисунке показано прямокишечное пальцевое исследование предстательной железы. Это простейший медицинский способ, который дает возможность исследовать простату на предмет различных заболеваний.

Прямокишечное пальцевое исследование

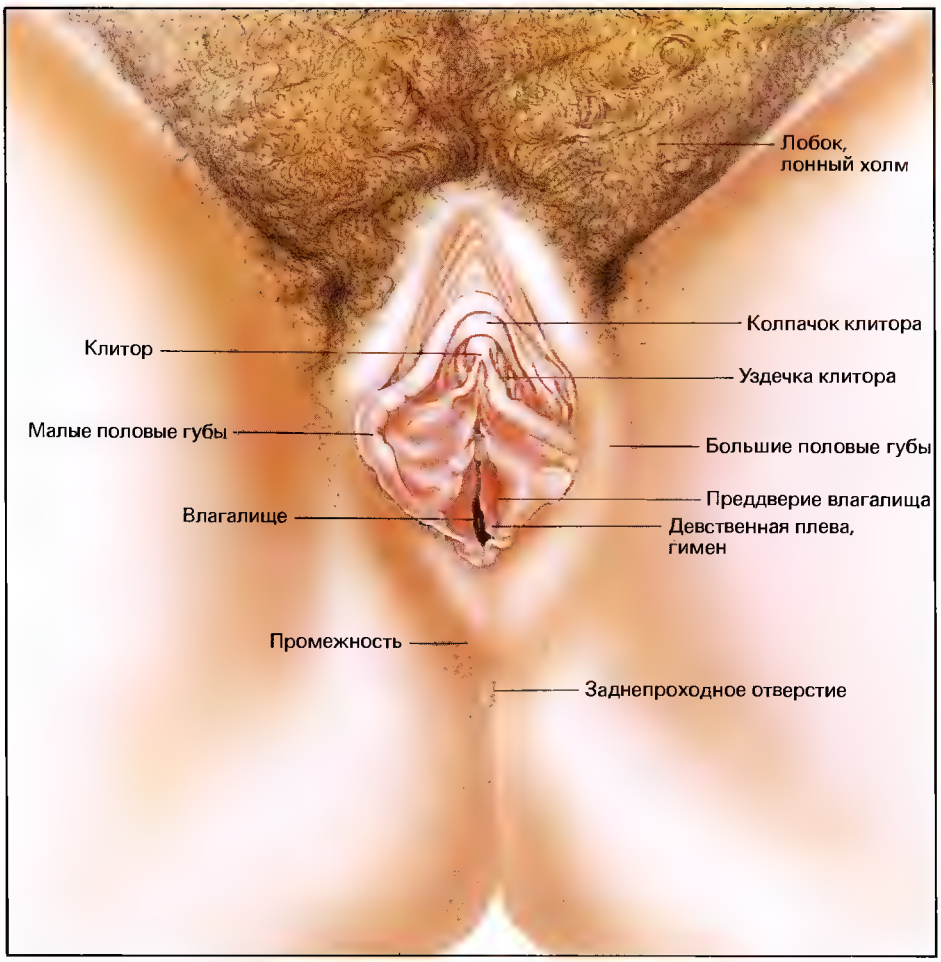


Предстательная железа

Предстательная железа — орган, по форме напоминающий грецкий орех и имеющийся только у мужчин. Предстательная железа расположена у основания мочевого пузыря и окружает мочеиспускательный канал. Она вырабатывает жидкость, которая смешивается с семенем, образуя часть семенной жидкости. Хотя точное назначение жидкости, вырабатываемой предстательной железой, неизвестно, считается, что одна из ее функций состоит в том, чтобы помочь сперматозоидам сохранить активность, с тем чтобы облегчить оплодотворение.

Из-за расположения предстательной железы в организме связанные с ней про-

Строение женских наружных половых органов



Вверху: Расположенные у входа во влагалище женские наружные половые органы состоят в основном из наружных и внутренних губ, известных как половые губы. Эти складки кожи прикрывают и защищают чувствительные части, включая главный орган сексуального возбуждения — клитор.

блемы могут влиять на нормальное функционирование мочевого пузыря — хотя чаще эта проблема возникает у людей пожилого возраста.

Женские половые органы

Репродуктивная система женщин должна не только принимать сперму, но вырабатывать также яйцеклетки для оплодотворения и затем питать оплодотворенную яйцеклетку, чтобы мог развиться ребенок.

К наружным женским половым органам относятся клитор и губы, вместе они называются вульвой. Наиболее выступающие части вульвы — это две пары губ, или половых губ. Наружная пара, размером побольше — большие половые губы, — состоит из толстых складок кожи, которые прикрывают и защищают большинство остальных частей. Большие половые губы становятся тоньше у основания и сливаются с промежностью (кожа, покрывающая участок между вульвой и заднепроходным отверстием). Наверху наружные губы сливаются с кожей и волосами на подушечке из жировой ткани, которая покрывает лобковую кость, — это лобок, или лонный холм; его часто называют холм Венеры.

За большими половыми губами располагаются малые половые губы. Они соединяются спереди, образуя защитный колпачок над чувствительным клитором, складочками охватывая его. Они также защищают отверстие мочеиспускательного канала. Участок между малыми половыми губами занимает пространство под названием преддверие влагалища. Перед тем как женщина начинает жить половой жизнью, это пространство большей частью покрыто гименом, известным также как девственная плева. Гимен варьируется по форме, размеру и плотности. Буторки кожи, которые есть у многих женщин вокруг преддверия влагалища, — это остатки гимена, называемые миртоподобными карункулами. Внизу малые половые губы соединяются, образуя уздечку половых губ, которая часто разрывается при первых родах.

Клитор и железы

По своему строению клитор фактически идентичен пенису, он даже имеет колпачок, как пенис крайнюю плоть, и небольшую тканевую связочку, которая называется уздечкой. Клитор — это орган сексуального возбуждения. Он очень чувствителен, и при воздействии на него его губчатая ткань наполняется кровью, и он выпрямляется. При поглаживании возбужденного клитора пенисом во время полового акта или каким-либо другим способом происходит, как правило, оргазм. Другие части вульвы тоже реагируют на сексуальное воздействие: в половых губах есть эректильные ткани, и во время полового акта половые губы часто увеличиваются; бартолиновы железы также становятся активными.

С вульвой связаны две пары желез. Первая пара — это малые железы преддверия, расположенные ниже клитора и выделяющие щелочную жидкость, которая нейтрализует обычную кислую среду влагалища. Другая пара — побольше — находится на дне преддверия. Это большие железы преддверия, или бартолиновы железы, выделяющие секрет, когда женщина сексуально возбуждена, чтобы увлажнить вход во влагалище и облегчить проникновение пениса. Они обычно имеют размер горошины и не выступают над поверхностью. Однако эти железы доступны венерическим и другим инфекциям, в результате чего становятся припухшими, красными и болезненными. Это состояние (бартолинит) требует лечения антибиотиками. В некоторых случаях в одной из желез образуется нарыв — бартолинов абсцесс, — и тогда нужно делать надрез, чтобы гной вышел.

Влагалище

Влагалище — это канал, идущий из вульвы в матку. В различные периоды женщины ее влагалище претерпевает несколько изменений. Влагалище маленькой девочки намного меньше, чем взрослой женщины. Оболочка стенок влагалища у девочки или женщины после климакса тоньше, чем у женщины, которая находится в детородном возрасте. Эти изменения происходят под влиянием групп гормонов, вырабатываемых яичниками. Эти гормоны называются эстрогенами.

Влагалище играет важную роль в половой жизни и деторождении. Но его роль в процессе рождения ребенка относительно пассивна; влагалище представляет собой самую нижнюю часть родового канала и способно расширяться, давая пройти младенцу. Но только относительно недавно мы начали понимать некоторые изменения, которые происходят во влагалище во время полового акта.

Строение

Влагалище — это трубка от 7 см ($2\,^3/_4$ дюйма) до 9 см ($3\,^1/_2$ дюйма), окруженная волокнистой и мышечной тканью и выст-

ланная клетками, которые называются чешуйчатым эпителием. Стенки влагалища соприкасаются одна с другой и имеют множество складок. Это позволяет влагалищу легко растягиваться во время полового акта или родов. Перед передней стенкой влагалища проходит мочеиспускательный канал, а у верхней части задней стенки — прямая кишка. Заднепроходное отверстие отделено от влагалища фиброзно-мышечной тканью, называемой сухожильным центром промежности.

В течение детородного периода жизни женщины вагинальные выделения слегка кислые. Это препятствует размножению вредных бактерий во влагалище, но в течение периода жизни до полового созревания и после климакса среда во влагалище слабощелочная. В этих условиях бактерии могут размножаться, что иногда является причиной болезненных и дискомфортных ощущений — состояния, которое называется атрофическим вагинитом.

Стенки влагалища хорошо смазаны секретом, вырабатываемым в канале шейки матки и бартолиновыми железами. Во время полового акта секрет также просачивается через вагинальный эпителий в вагинальный канал. Определенное количество выделений из влагалища — нормальное явление у всех женщин. Количество выделений возрастает во время овуляции и сексуального возбуждения.

Гимен, также известный как девственная плева, назван по имени древнегреческого бога брака Гименея.

Физиологическое назначение гимена неизвестно, но ему придается большое значение почти у всех народов как свидетельству девственности. Однако гимен бывает различной формы и размеров, и надежным доказательством девственности его считать нельзя. Обычно это тонкая, испещренная дырочками пленка, которая легко может лопнуть при напряженных физических упражнениях, таких как бег или верховая езда. Рискованные ласки, мастурбация или введение тампонов также могут повлечь за собой разрыв.

Хотя наличие гимена и не является доказательством девственности, очень часто он разрывается именно при первом половом сношении. Вопреки распространенному мнению неповрежденный гимен не предохраняет от беременности. Если сперма попадает в область половых органов, например во время рискованных ласк, сперматозоиды могут проникнуть через дырочки в гимене и попасть в вагинальный канал.

Функция влагалища

Во время сексуального возбуждения половые органы, особенно малые половые губы и нижняя часть влагалища, увеличиваются от прилившей крови, и количество вагинальных выделений возрастает. Во время оргазма мышцы таза, включая те, что окружают влагалище, непроизвольно сокращаются.

Если женщина очень напряжена или обеспокоена во время полового акта, может произойти спазм мышц, окружающих влагалище. При этом влагалище сужается, и половое сношение становится болезненным. Это состояние называется вагинизмом. От вагинизма можно избавиться при помощи психосексолога, но часто проходят месяцы, прежде чем женщина становится способной наслаждаться половой жизнью в полной мере.

Матка

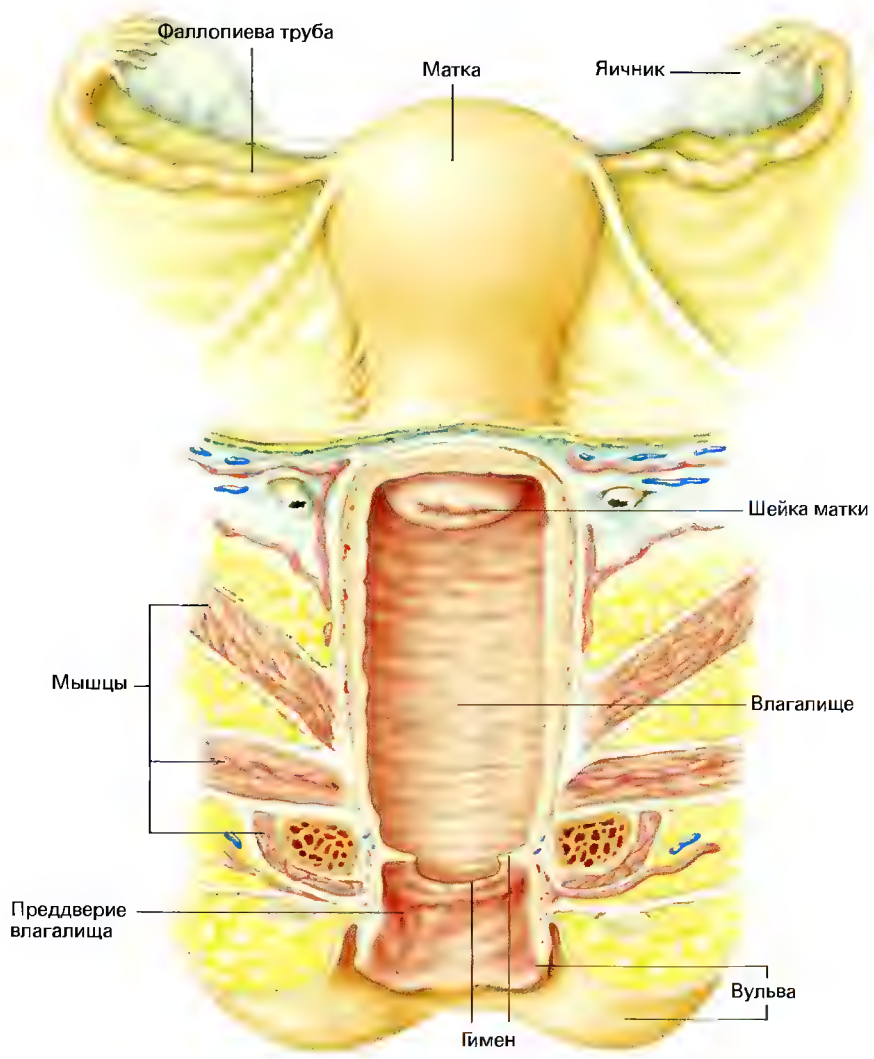
Матка состоит из двух основных частей: тела и шейки. В течение репродуктивного периода жизни женщины матка подвергается значительным изменениям. Начиная с наступления половой зрелости и до наступления менопаузы каждый месяц развивается эндометрий, чтобы обеспечить оплодотворенной яйцеклетке питание. Если яйцеклетка не оплодотворилась, эндометрий отслаивается во время менструации и медленно восстанавливается в течение следующего менструального цикла.

Шейка матки имеет цилиндрическую форму, и ее нижняя часть входит во влагалище. Шейка составляет около 2,5 см (1 дюйм) в длину и имеет узкий канал, который вверху открывается в матку, а внизу во влагалище. Если во влагалище ввести палец, то шейку матки можно почувствовать как маленькую впадинку.

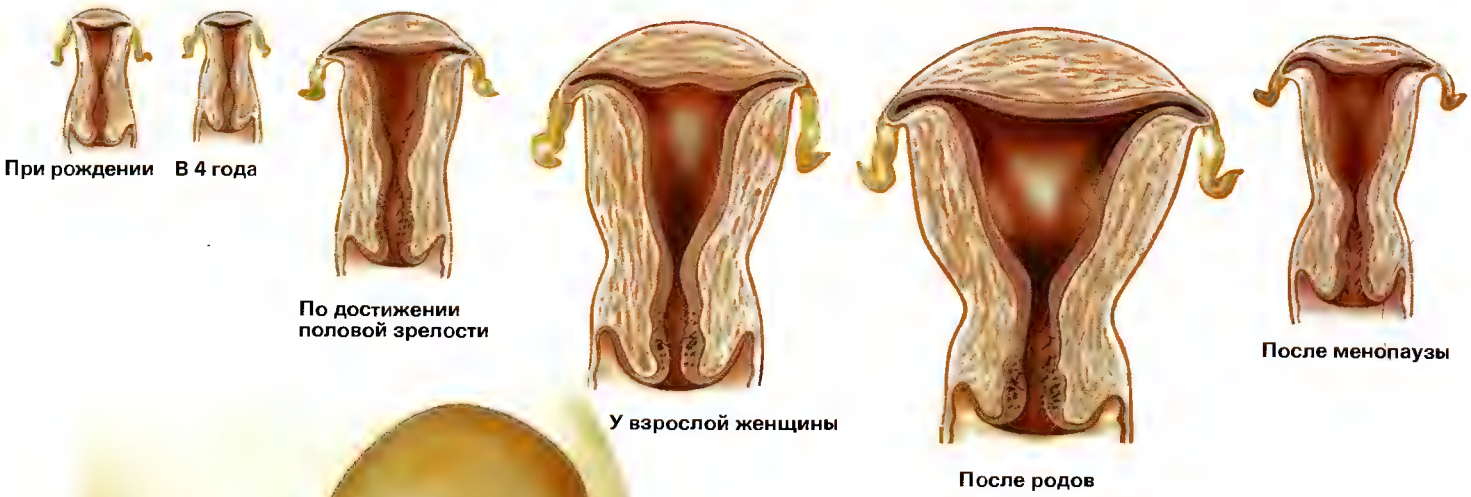
У нерожавших женщин отверстие части шейки матки, входящей во влагалище, круглое и довольно маленькое. Во время родов шейка растягивается, чтобы пропустить младенца, а после родов приобретает вид крестообразной щели.

Во время беременности матка растягивается по мере роста плода, защищает и пи-

Строение влагалища



Справа: Влагалище — это упругая мышечная трубка, находящаяся между маткой и вульвой. Его складчатая структура сообщает органу поразительную эластичность, так необходимую для рождения ребенка.



Обычные изменения матки

Слева: У плода женского пола рост матки ускоряется во время последних двух месяцев перед рождением, возможно, благодаря повышению уровня материнских гормонов. В течение нескольких дней после рождения матка уменьшается, затем не меняется вплоть до того времени, когда остается год-два до менархе и когда яичники начинают вырабатывать гормоны. Они стимулируют рост матки, и к 15-летнему возрасту она достигает размера матки взрослой женщины. Во время беременности матка увеличивается, но после менопаузы — уменьшается.

Матка на последнем месяце беременности

Матка взрослой женщины

тает его. В то же время она удерживает от сокращения большие мышечные волокна.

Когда плод созрел, матка внезапно меняет свою роль и начинает сокращаться, чтобы открыть шейку и позволить младенцу и плаценте выйти наружу. Затем матка сильно сокращается, чтобы перекрыть большие кровеносные сосуды, снабжающие плаценту. После рождения ребенка она быстро возвращается к своему первоначальному состоянию, готовая принять следующую оплодотворенную яйцеклетку. Известен случай, когда это случилось уже на 36-й день после родов.

Кажется, что матка не имеет никаких функций до полового созревания и после менопаузы, то есть в те периоды, которые с разумной точки зрения являются неподходящим временем для рождения ребенка.

Все эти изменения, происходящие в функционировании матки, регулируются гормонами, вырабатываемыми гипофизом и яичниками, и похожими веществами, называемыми простагландинами, вырабатываемыми маточными тканями. То, как взаимодействуют все эти вещества, в полной мере еще не ясно.

Расположение

У взрослой женщины матка — это полый орган, размером и формой напоминающий маленькую грушу; лежит она внутри пояса тазовых костей. Узкий конец груши — это шейка матки, которая входит во влагалище, остальная часть — тело матки. К телу присоединяются две фаллопиевы трубы, которые ежемесячно выносят яйцеклетку, выработанную одним из яичников. Таким образом, матка представляет собой часть канала между брюшной полостью и внешним миром.

Существует специальный механизм, предотвращающий распространение инфекции по этому пути в брюшную полость. Так, внутренняя оболочка матки отслаивается во время менструации; шейкой выделяются защитные антитела; природная кислая среда влагалища препятствует размножению вредных бактерий.

Передняя часть матки располагается на мочевом пузыре, задняя часть лежит вблизи прямой кишки. В малом тазу матка поддерживается мышцами тазового дна, а также связками и кровеносными сосудами с боковой стенки таза, которые подходят к шейке.

Во время беременности матка увеличивается, так что к 12-й неделе беременности она прощупывается в брюшной полости над лобковой костью. В 38 недель она обычно достигает нижнего края грудной клетки, а спустя две недели после родов матку уже невозможно прощупать в брюшной полости. После менопаузы матка уменьшается в размере.

Размер матки контролируется половыми гормонами, которые также управляют эндометрием. В течение первой половины менструального цикла женщины эндометрий утолщается, пока не созреет яйцеклетка. Затем он прекращает утолщаться и начинает выделять вещества, которые питают яйцеклетку, если произошло оплодотворение. Если оплодотворения не случилось, эндометрий отслаивается во время менструации.

Матка взрослой небеременной женщины обычно наклонена вперед под углом около 90 градусов к влагалищу, мышечный слой ее стенок толстый, и полость представляет собой просто щель. Во время беременности стенки сильно растягиваются, давая место плоду и амниотической оболочке.

Яичники

Яичники — это часть женской репродуктивной системы, чье назначение продуцировать зрелые яйцеклетки. Когда яйце-

клетка оплодотворяется сперматозоидом, это означает начало новой жизни. С первой менструации до менопаузы нормальные, здоровые яичники выделяют одну яйцеклетку каждый месяц. Они также являются существенной частью гормональной, или эндокринной, системы женского организма.

Яичники — это два серо-розовых миндалевидных органа, 3 см (1,2 дюйма) в длину и около 1 см (0,4 дюйма) в ширину каждый. Они находятся в малом тазу — полости тела, ограниченной тазовыми костями — и лежат с обеих сторон матки. Каждый яичник поддерживается на месте крепкими, эластичными связками. Прямо над каждым яичником располагаются похожие на перышко отверстия фаллопиевых труб, которые ведут в матку. Хотя они находятся очень близко друг к другу, прямой связи между яичниками и отверстиями фаллопиевых труб нет.

У взрослой женщины яичники выглядят довольно бугристыми. Причину этого можно понять, если посмотреть на их внутреннее строение под микроскопом. Яичник покрывает клеточная оболочка, которая называется зародышевым эпителием. Именно здесь формируются яйцеклетки; можно увидеть тысячи незрелых яйцеклеток, каждую в круглом мешочке, или фолликуле (яичковый мешочек), гроздями скопившиеся у края яичника.

Еще более заметны фолликулы, содержащие яйцеклетки в различных стадиях развития. Так как фолликулы увеличиваются по мере созревания яйцеклеток, после выхода яйцеклеток они образуют характерные выпуклости на поверхности яичника. Центр яичника состоит из эластичной волокнистой ткани, которая служит опорой для содержащей фолликулы внешней оболочки.

Овуляция

Под микроскопом созревающие яичковые фолликулы можно увидеть как крошечные шарики, заключающие в себе маленькие холмики клеток. В центре холмика находится яйцеклетка в последних стадиях созревания. Когда фолликул с яйцеклеткой созрел, клетки на краю фолликула позволяют яйцеклетке выйти. Как в точности это происходит, до сих пор остается тайной. Теперь яйцеклетку подхватывают похожие на перышко края фаллопиевой трубы, или реснички, и несут к выходу из трубы.

Наряду с продуцированием яйцеклеток яичники также действуют как гормональные, или эндокринные, железы. Яичники функционируют под управлением гипофиза у основания головного мозга. Сначала гипофиз вырабатывает гормон под названием фолликулостимулирующий гормон (ФСГ), который с кровотоком поступает в яичники. ФСГ стимулирует развитие фолликулов и яйцеклеток, кроме этого он вызывает выделение гормона эстрогена. Под влиянием эстрогена внутренняя оболочка матки утолщается, готовясь принять оплодотворенную яйцеклетку. Эстроген также стимулирует накопление протеинов и ведет к удерживанию жидкости.

После того, как фолликул созрел и лопнул, другой гормон, вырабатываемый гипофизом,— лютеинизирующий гормон, ЛГ,— приходит в действие и вызывает развитие желтого тела в пустых фолликулах. (Работа желтого тела состоит в том, чтобы помочь сохраниться беременности.) В свою очередь, желтое тело вырабатывает свой собственный гормон — прогестерон. Если в течение двух недель оплодотворения яйцеклетки не произошло, желтое тело претерпевает обратное развитие, прогестерон перестает вырабатываться, слизистая оболочка матки отслаивается во время менструации. Теперь опять начинает вырабатываться ФСГ, и весь цикл повторяется. Однако если яйцеклетка оплодотворилась, желтое тело продолжаст работать, пока не станет готова плацента, и менструальные кровотечения прекращаются.

Внизу: Яичники покрыты клеточным эпителием. Клетки, которым предназначено стать яйцеклетками, проходят в яичники, где окружаются яичковой оболочкой. Каждый месяц созревает один фолликул, лопается на поверхности яичника, и яйцеклетка выходит. Если произошло оплодотворение, желтое тело, которое развивается на месте яичкового мешочка, растет и выделяет гормон, поддерживающий беременность.

Место, строение и функция яичников

Менструация

Развитие яичника большей частью завершается к третьему месяцу жизни плода женского пола в матке, еще несколько важных изменений произойдут до наступления половой зрелости. Ко времени рождения в яичниках девочки содержится от 40 000 до 300 000 первичных фолликул, каждый содержит незрелую яйцеклетку. Из них не более 500 когда-либо созреют и, возможно, не более половины дюжины — если случится — разовьются в новое человеческое существо.

Когда яичники впервые начинают вырабатывать гормон эстроген, они еще не в состоянии произвести зрелые яйцеклетки. Эти ранние эстрогены вызывают физические изменения во внешности, такие как рост груди, рост лобковых волос и расширение бедер. Эти изменения начинаются по крайней мере за год до первой менструации и являются знаком того, что эстрогены уже начали стимулировать продуцирование зрелых яйцеклеток.

Менархе

Начало периодических кровотечений (менструации) из матки называется менархе, и это лишь одна фаза менструального цикла, который управляется гормонами, вырабатываемыми гипофизом головного мозга и яичниками.

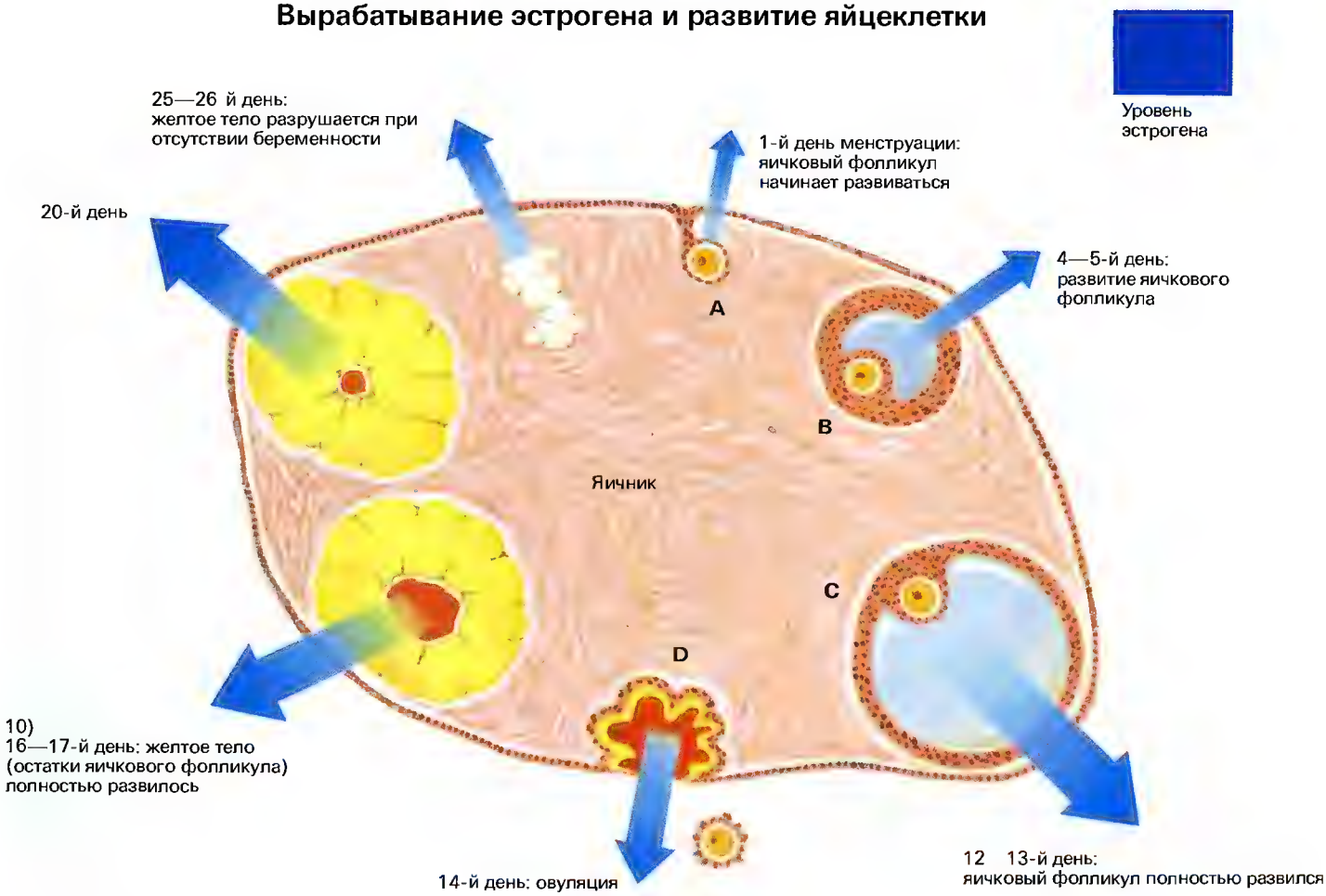
За четыре или пять лет до менархе гипоталамус приказывает гипофизу выделять гормон роста, ответственный за внезапное ускорение роста девочки. Обычно пик в скорости роста достигается за два года до менархе, далее прямо перед началом менструации рост замедляется. Вырабатываемые гипофизом гормоны также побуждают клетки в яичнике выделять эстроген, половой гормон, который в большой степени ответственен за увеличение груди, рост лобковых волос и формирование слизистой оболочки матки.

Примерно за год до менархе девочки могут заметить светлые вагинальные выделения. Это сопровождает другие внешние и внутренние изменения внутри организма и снаружи, по мере того как организм достигает половой зрелости. Внутри подъемы и спады уровня эстрогена и вырабатываемые гипофизом гормоны начинают взаимодействовать, в результате чего появляется менструальный цикл. Первая менструация приходит, когда уровень эстрогена падает, оставляя подготовленную слизистую оболочку матки без своей жизненно необходимой поддержки. Она затем разрушается, кровь и клетки изливаются в матку, далее через шейку матки выходят наружу.

Хотя менархе происходит так же, как и последующие менструальные кровотечения, яичник еще не продуцирует зрелых яйцеклеток. Проходит несколько месяцев, даже год, пока яичники начнут функционировать в полную меру и пока юная девушка достигнет половой зрелости, когда ее репродуктивная система полностью разовьется, но требуется еще время для физической и эмоциональной зрелости.

Достижение половой зрелости у женщин. У девушки на рисунке внизу одинаково развитые грудь и лобковые волосы. Но так бывает не всегда: девушка может иметь грудь на третьей стадии развития, а лобковые волосы только на первой.

Вырабатывание эстрогена и развитие яйцеклетки



Количество эстрогена, который вырабатывает фолликул, во время менструального цикла колеблется. Вначале фолликулы вырабатывают очень мало эстрогена, но постепенно по мере развития фолликулов (A и B) уровень его возрастает и достигает пика на 13 й день (C). Во время овуляции (D) уровень эстрогена резко падает. Он вновь возрастает, когда развивается желтое тело, и падает после 20 го дня, если не произошло оплодотворения яйцеклетки.

Менструальный цикл

Период с первого дня менструации до первого дня следующей менструации называется менструальным циклом. Во время этого цикла репродуктивные органы претерпевают серию изменений, которые делают возможным продуцирование яйцеклетки и проникновение ее в матку. Если эта яйцеклетка оплодотворилась сперматозоидом, ее будут питать выделения из клеток, выстилающих матку, пока она не прикрепится к стенке матки и не начнет питаться кровеносной системой.

Если яйцеклетка не оплодотворилась, слизистая оболочка матки отслаивается во время менструации. Это позволяет сформироваться новой оболочке, готовой принять следующую яйцеклетку.

Этот сложный процесс управляется центром в головном мозге под названием гипоталамус, который действует как менструальные часы. Часы работают через маленькую железу, которая называется передней долей гипофиза и находится в основании головного мозга. Эта железа выделяет несколько гормонов, два из которых особенно важны для деторождения. Один из них стимулирует рост и созревание нескольких яйцеклеток в яичнике, другой стимулирует выделение созревших яйцеклеток.

Яйцеклетки, что зреют в течение менструального цикла, окружены клетками, продуцирующими гормоны. Яйцеклетка вместе с этими клетками называется везикулярным яичковым фолликулом, или граафовым пузырьком. Основной гормон, выделяемый граафовым пузырьком,— это эстроген. В течение менструального цикла повышение уровня эстрогена влияет на рост и формирование желез в слизистой оболочке матки. Эстроген также изменяет выделения в шейке матки, облегчая прохождение сперматозоидов в матку и таким образом позволяя встретить яйцеклетку. Приблизительно за 15 дней до следующей менструации гипофиз выделяет большое количество лютеинизирующего гормона, который стимулирует выделение яйцеклетки из яичников через 36 часов. Затем яйцеклетка двигается по фаллопиевой трубе в матку. Оплодотворение обычно происходит в фаллопиевой трубе.

Клетки в яичнике, которые формировали граафов пузырек, подвергаются изменениям, включая впитывание жира. Теперь они представляют собой желтое тело. Они все еще вырабатывают эстроген, но наряду с ним начинают вырабатывать гормон под названием прогестерон. Прогестерон выполняет две важные функции во время менструального цикла. Первая заключается в том, что он изменяет слизь, выделяемую шейкой матки, делая ее очень густой, чтобы сперматозоиды попали в матку; вторая состоит в том, что прогестерон заставляет железы слизистой оболочки матки выделять жидкость, которая будет питать оплодотворенную яйцеклетку.

Если яйцеклетка не оплодотворилась, желтое тело претерпевает обратное развитие. Происходит спазм маленьких кровеносных сосудов, и клетки, выстилающие матку, перестают получать кислород и погибают. Затем они отслаиваются и выходят вместе с менструальной кровью. Цикл завершен. Все гормоны, вырабатываемые во время цикла, могут влиять на ход менструального цикла.

Размножение

Зачатие — это соединение сперматозоида и яйцеклетки. Процесс этот сложный; целый ряд условий необходим для того, чтобы обеспечить его успех.

Если половое сношение произошло около времени овуляции, зачатие очень вероятно. В каждую эякуляцию мужчина извергает до 400 миллионов сперматозоидов. Они окружены семенной жидкостью, которая защищает сперматозоиды от кислой среды влагалища.

Попав во влагалище, сперматозоиды немедленно устремляются в путь вверх по влагалищу, через шейку в матку. Они двигаются, энергично извивая свой крошечный «хвостик». Не все сперматозоиды проделывают этот путь успешно; некоторое количество гибнет в кислой среде влагалища. Это своего рода природная гарантия того, чтобы поврежденному или слабому сперматозоиду не удалось оплодотворить яйцеклетку.

Оплодотворение

Щелочная слизь, которую выделяет шейка матки, питает миллионы сперматозоидов, достигших матки. Затем они поднимаются вверх, в фаллопиевы трубы. Этот путь — примерно 20 см (8 дюймов) — занимает приблизительно 45 минут, и фактически лишь около 2000 сперматозоидов выживают. Сперматозоиды сохраняют жизнеспособность в фаллопиевых трубах до трех дней, готовые слиться с яйцеклеткой, если произошла овуляция. В том случае, когда яйцеклетка уже присутствует в трубе, оплодотворение происходит немедленно.

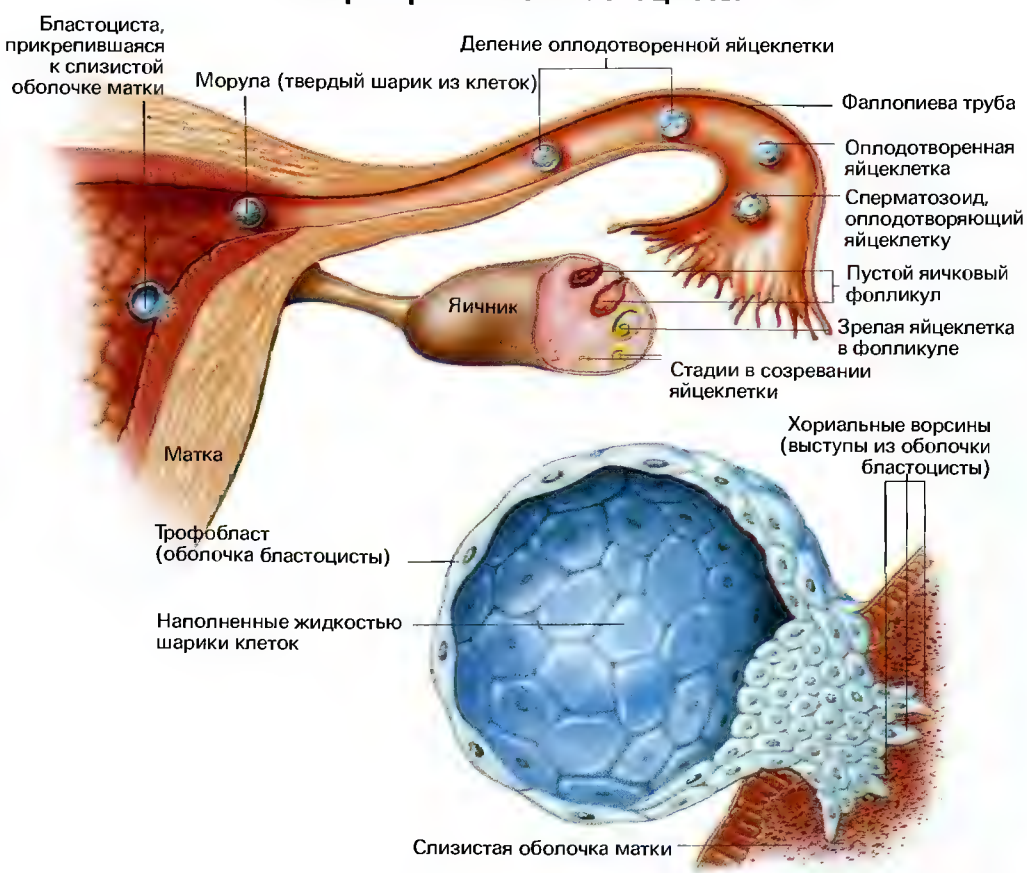
Оплодотворение совершается, когда сперматозоид проникает через поверхность яйцеклетки. Каждый сперматозоид несет фермент (вещество, отвечающее за поддержание жизненно необходимых химических процессов), который помогает разжижать поверхность яйцеклетки, чтобы облегчить проникновение одного сперматозоида. Как только яйцеклетка оплодотворилась, остальные сперматозоиды погибают.

Яйцеклетка и сперматозоид (который уже отбросил свой хвостик) сливаются вместе, образуя ядро (центр), которое затем начинает делиться на две клетки. В течение 72 часов клетки продолжают делиться, пока не получится 64-клеточное плодное яйцо.

Затем приблизительно за семь дней (21-й день 28-дневного цикла) плодное яйцо спускается в матку. В течение времени плодное яйцо отращивает крохотные выступы, которые помогают ему прикрепиться к слизистой оболочке матки, где оно обеспечивается питанием, и может начаться беременность. Как только этот процесс, называемый имплантацией, или нидацией, произошел, зачатие можно считать совершившимся.

Теперь плодное яйцо питает богатая кровеносная система слизистой оболочки матки. С момента оплодотворения плодное яйцо начинает вырабатывать гормон, который называется хорионическим гонадотропным гормоном, или хорионгонадотропином (ХГГ). Хорионгонадотропин сообщает яичнику, что оплодотворение совершилось, и поддерживает приток крови к слизистой оболочке матки, чтобы плодное яйцо продолжало свое развитие.

Формирование бластоцисты



Вверху: Оплодотворенная яйцеклетка делится, формируя морулу (шарик из клеток). Дальнейшим делением из морулы образуется бластоциста, которая прикрепляется к слизистой оболочке матки.

Плацента

Плацента формируется, когда специальная часть плодного яйца под названием трофобласт прикрепляется к стенке матки. К 12-й неделе беременности плацента уже отдельный орган; во время рождения ребенка она весит приблизительно 500 г (чуть больше фунта) и представляет собой темно-красное губчатое дискообразное тело. Два слоя клеток поддерживают циркуляцию крови плода в плаценте отдельно от материнской крови, но в то же время много веществ может поступать от матери к плоду.

Функция

Все питание и необходимый кислород плод получает от матери, и он способен возвращать ей продукты своего обмена веществ. Эта функция жизненного обмена выполняется плацентой, с которой плод соединен пуповиной. Двуокись углерода, продукты обмена веществ и гормоны поступают от плода к матери; кислород, питательные вещества (простые углеводы, жиры и аминокислоты) и гормоны поступают от матери к плоду.

Плацента также действует как защитный барьер, ограждая плод от возможных вредных веществ, хотя многие лекарства могут проникнуть через плаценту и нанести ему вред. Некоторые из материнских антител тоже проникают через плаценту.

Наконец, плацента продуцирует несколько гормонов. Некоторые из них не допускают дальнейшее продуцирование яйцеклеток и прекращают менструальные кровотечения, так как наступила беременность. Они также вызывают развитие молочных желез, готовя их к кормлению младенца, и способствуют отложению жира на бедрах, животе и ягодицах,

формируя будущий энергетический запас. Другие гормоны стимулируют рост матки и препятствуют ее сокращению до родов. Есть также основания для предположения, что часть гормонов, вырабатываемых плацентой, являются важным фактором в определении срока родов.

Развитие плода

Плодом называется неродившийся ребенок со времени, как он определяется развивающимся человеческим существом (начиная с двух месяцев после того, как яйцеклетка оплодотворилась). До этого времени оплодотворенная яйцеклетка называется зародышем.

Доктор отсчитывает начало беременности от первого дня последней менструации; прибавляя девять календарных месяцев и семь дней, он определяет время родов. Беременность делится на триместры (периоды по три месяца жизни зародыша или плода), но фактически зачатие возможно между десятым и четырнадцатым днем менструального цикла, когда у женщины наиболее вероятна овуляция и когда она находится в наиболее благоприятном периоде для зачатия; следовательно, в действительности беременность может начаться на второй неделе первого триместра. На этой стадии беременность представляет собой лишь оплодотворенную яйцеклетку, или плодное яйцо. В течение приблизительно трех дней после оплодотворения эта клетка двигается по фаллопиевой трубе к матке, делясь и делясь, образуя маленькую группу клеток, которая называется морулой.

Первый триместр

Приблизительно в течение следующих трех дней морула проникает в матку. Она делится и делится, образуя полый клубочек клеток, который называется бластоцистой. Бластоцисту можно увидеть невооруженным глазом.

2-я неделя. Бластоциста прикрепляется к эндометрию: это называется имплантацией. Хориальные ворсины — выступы с поверхности бластоцисты — внедряются в слизистую оболочку матки, чтобы обеспечить питание зародышу.

Внешняя оболочка бластоцисты, называемая трофобластом, начинает развиваться в плаценту. Начинают формироваться кровяные клетки, и закладываются первые клетки сердца.

3-я неделя. Гормональные изменения заставляют эндометрий утолщаться, и его кровь питает бластоцисту.

4-я неделя. Амниотический мешок хорошо развит. Зародыш и, позже, плод будет находиться в нем в течение всей беременности, удобно подвешенный в амниотической жидкости, в постоянной температуре и защищенный от толчков и ударов. Сердце уже бьется, вначале неритмично, но вскоре довольно равномерно и быстрее, чем материнское.

В зародыше, который в этот период около 7 мм (0,28 дюйма) в длину, начинают формироваться спинной мозг и основы нервной системы.

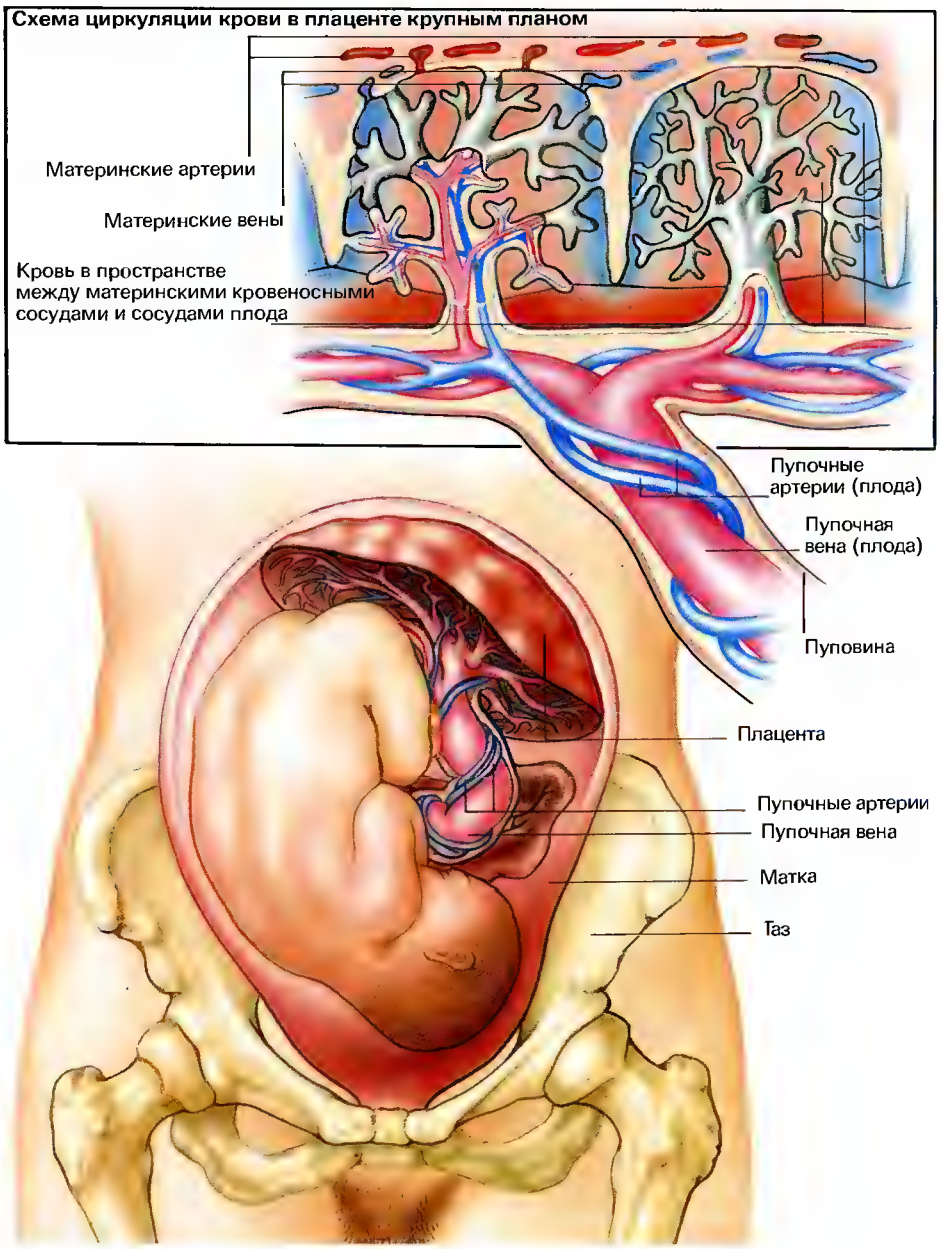
5-я неделя. Формируются первые органы. Растет голова, содержащая развивающийся головной мозг, который соединяется с рудиментарным спинным мозгом. Ручки и ножки выглядят как маленькие почки, а сердце и система кровоснабжения уже хорошо основаны.

Кровеносные сосуды, идущие из зародыша, соединяются с другими в развивающейся плаценте, образуя пуповину. Хориальные ворсины продолжают увеличиваться в числе и разветвляться, прикрепляя зародыш к стенке матки прочнее.

В самом зародыше, который в этот период около 10 мм (0,3 дюйма) в длину, формируется пищеварительная система, начиная с желудка и части кишок. Хотя как такового лица еще нет, но на месте глаз и ушей уже есть небольшие впадинки. Также начинают формироваться рот и челюсти, а головной мозг и спинной продолжают развиваться.

6-я неделя. Развитие головы становится быстрее. Внутренние части уха и глаза

Анатомия плаценты



Плацента состоит из материнских кровеносных сосудов, находящихся в стенке матки, и кровеносных сосудов плода, идущих из пуповины. Обмен крови, кислорода и продуктов жизнедеятельности происходит в пространстве между кровеносными сосудами, которые не соединяются. Бедная кислородом (голубая) кровь покидает плод по пупочным артериям, а богатая кислородом (красная) поступает к плоду по пупочной вене.

Развитие кистей рук

К 6-й неделе беременности почечки на месте рук растут, и у плода видны зачатки рук.

На 7-й неделе начинает формироваться кисть, и видны зачатки пальчиков.

На 8-й неделе пальчики с широкими подушечками отделены друг от друга.

К 13-й неделе подушечки становятся меньше, начинают развиваться ногтевые пожа, обозначается ладонь.

продолжают формироваться (глаза закрыты кожей, которая затем станет веками). Начинают развиваться маленькие дырочки, которые позже станут ноздрями. Головной мозг и спинной почти сформированы. Развитие пищеварительной и мочевой систем продолжается, хотя печень и почки функционировать еще не могут. Ручки и ножки растут, и уже видны зачатки пальцев. К концу шестой недели зародыш составляет около 1,3 см (0,5 дюйма) в длину.

7-я неделя. Плацента, через которую зародыш получает материнское питание и отправляет продукты своей жизнедеятельности для выделения, уже хорошо развита. Это важный период для формирования глаз и частей внутреннего уха; сердце бьется более сильно. Развитие пищеварительной системы продолжается, многие внутренние органы хотя и в очень простой форме уже существуют. Растут легкие, но они в это время твердые. Наблюдаются небольшие движения позвоночника, продолжает формироваться лицо, и к этому времени уже видно, где будет рот. Ручки и ножки растут, развиваются бедренные, коленные, плечевые и локтевые суставы.

8-я неделя. Глаза почти полностью развились, но пока прикрыты кожей полусформировавшихся век. Продолжает формироваться лицо, появляются зачатки носа. Сейчас уже можно увидеть пальчики на ручках и ножках, и конечности могут немного двигаться. Голова, большая по сравнению с остальным телом, наклонена вниз, на грудь. Зародыш теперь составляет приблизительно 4 см (1,6 дюйма) в длину.

9-я неделя. Пуповина полностью сформировалась и питает кровью сердечно-сосудистую систему плода. Формирование внутренней части уха завершилось, наружная часть начинает формироваться. Все основные внутренние органы про-

Справа: Плод от трех до семи недель своего развития. За это время он увеличивается в три раза, и по его физической форме уже узнается человеческое существо.

Плод в 24 дня

3 мм

Плод в 28 дней

7 мм

должают развиваться, и матка увеличивается в размере. К этому времени плод достигает 4,5 см (1,9 дюйма) в длину.

10-я неделя. В этот период по сердечно-сосудистой системе плода циркулирует кровь. Начала формироваться репродуктивная система, но только внутри. Наружные половые органы еще не видны. Продолжает развиваться лицо, и ручки и ножки очень четко сформированы, с крохотными тоненькими пальчиками. Движения ручек и ножек становятся более энергичными, но еще не чувствуются матерью. К концу 10-й недели плод составляет 5,5 см (2,1 дюйма).

11-я неделя. Лицо почти полностью сформировалось, и развились веки. Начали развиваться мышцы и наружные половые органы. Плацента к этому моменту уже отдельный орган — мягкая подушка из тканей. Объем жидкости в амниотическом мешке постепенно увеличивается между 11-й и 40-й неделями беременности.

12—14-я недели. Почти все внутренние органы сформировались, но они еще не могут функционировать независимо от матери. Матку уже можно прощупать, она поднялась над тазовыми костями, но беременность у матери еще незаметна.

У этого девятинедельного плода уже есть все части тела, хотя еще и не полностью сформировавшиеся. Темные участки станут внутренними органами. Обратите внимание на крохотные пальчики на руках и ногах.

Второй триместр

14—16-я недели. Продолжают формироваться конечности, и суставы уже могут двигаться. На пальчиках развиваются ногти, и мягкие, тонкие волоски, называемые лануго, покрывают весь плод.

После 14-й недели плацента полностью сформировалась. Начинается быстрый рост: плод в этот период весит около 135 г ($4\,^3/_4$ унции) и составляет в длину около 12 см (5 дюймов).

После 16-й недели почки начинают выделять слабую мочу.

20-я неделя. К этому времени плод способен производить энергичные брыкающие движения, которые мать чувствует. Быстро развиваются мышцы, и на голове начинают расти волосы. Плод достигает приблизительно 21 см (8,4 дюйма) в длину.

24-я неделя. Мышцы почти полностью сформированы. Плацента продолжает расти: все необходимые питательные вещества, включая кислород, поступают к плоду от матери, а от плода к матери — продукты жизнедеятельности, которые матерью выводятся. Обмен веществ и кровообращение матери и ребенка остаются довольно раздельными.

Плод все еще не может существовать независимо от матери, хотя есть очень редкие примеры того, что дети, преждевременно рожденные на этой стадии, выживали при специальном уходе. Вес плода в это время около 570 г (20 унций), и рост около 33 см (12,7 дюйма).

28-я неделя. Теперь можно сказать, что плод жизнеспособен, потому что если в это время произойдут роды, вероятность выживания составляет 5 процентов. Покрытый жиром, который называется первородной смазкой, чтобы защититься от жидкости в амниотическом мешке, он составляет сейчас приблизительно 37 см (14,5 дюйма) в длину.

Третий триместр

Рост тела плода догоняет голову, и плод приобретает физические пропорции ребенка. Он, конечно, более худой, потому что еще не развит подкожный жир. Количество первородной смазки увеличивается. В длину тельце достигает 47 см (17,7 дюйма); вероятность выживания составляет 15 процентов в случае, если ребенок родится в этот период.

36-я неделя. К этому моменту вероятность выживания увеличивается до 90 процен-

Плод в 5 недель

10 мм

Плод в 6 недель

1,3 см

Плод в 7 недель

2 см

тов, так как легкие уже полностью сформировались. Во многих случаях в это время ребенок поворачивается в матке головкой вниз, но у женщин, уже имеющих детей, это может произойти позже.

Яички у мальчика опускаются в мошоночный мешочек; первородная смазка увеличивается. Ребенок прибавляет 28 г (1 унцию) в день. Иногда дети рождаются с тонким волосяным покровом на руках, ногах и плечах, но обычно лануго исчезает в последние недели беременности.

Роды, как правило, приходят на сороковой неделе, хотя могут быть и раньше, и позже. Когда ребенок рождается, на теле у него видны остатки первородной смазки, но не на глазах и не на рту. Ребенок может быть около 50 см (20 дюймов) и весом около 3,4 кг (7,7 фунта).

Мать

Первые три месяца беременности женщины — это период, когда происходит основное формирование плода, и очень важно для матери избегать всего, что может нанести ему вред. Перед тем как принимать какие-либо лекарства, следует посоветоваться с врачом, и абсолютно всем женщинам рекомендуется бросить курить и перестать употреблять спиртные напитки, как только становится известно, что наступила беременность.

Перед тем как забеременеть, женщина должна убедиться, что у нее иммунитет против краснухи, и если она ею не болела, то необходимо сделать прививку. Если во время беременности переболеть краснухой, ребенок может родиться с тяжелыми отклонениями.

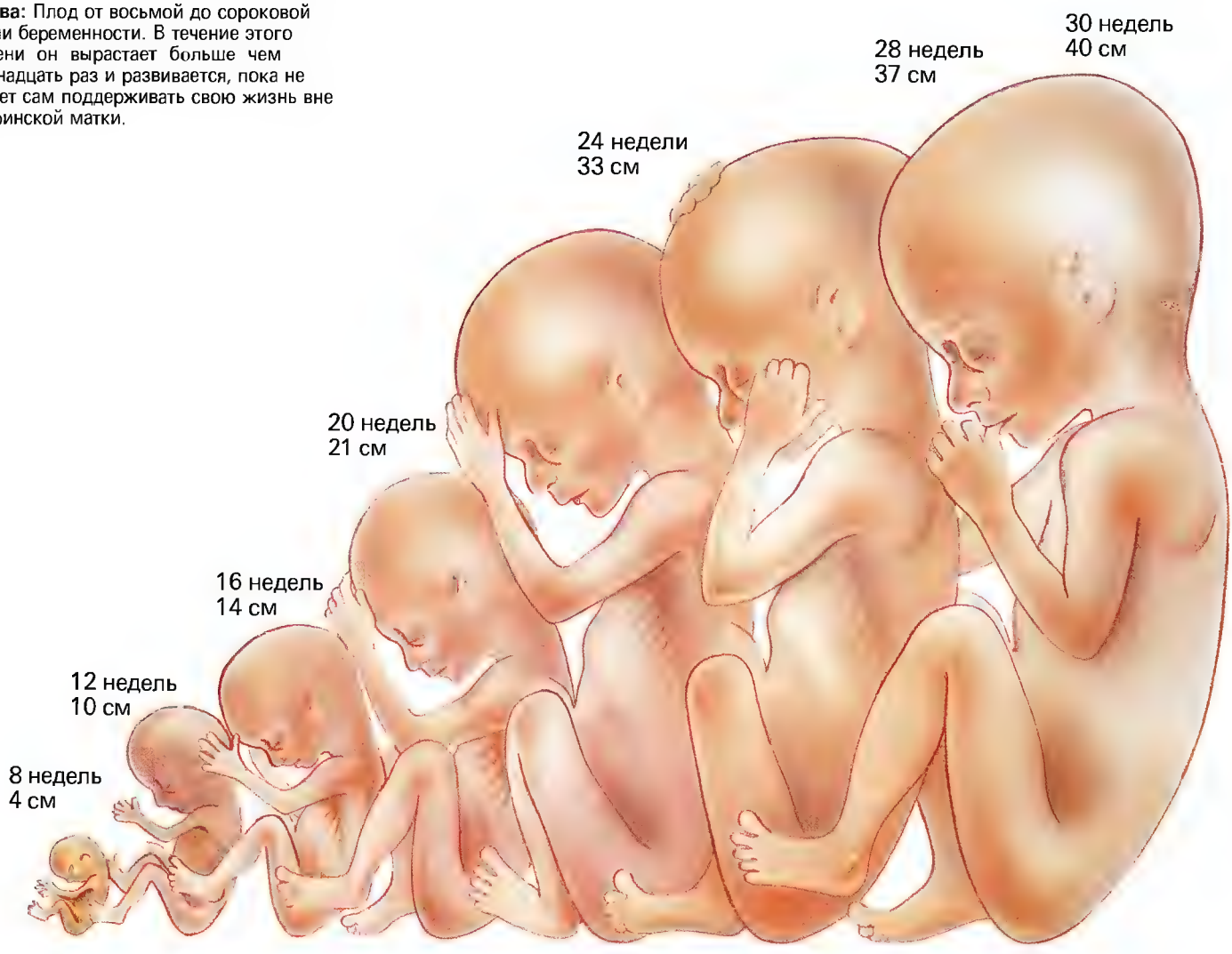
Следует обратиться к врачу в самом начале беременности — для общего обследования и организации дородового обслуживания. Наблюдение за развитием плода в течение всей беременности очень важно. Приемы этого наблюдения самые разнообразные: от замеров живота матери до ультразвукового исследования.

Примерно за неделю до очередной менструации могут наблюдаться небольшие кровяные выделения, так как формируются новые кровеносные сосуды для питания растущего зародыша. Нужно обязательно сказать об этом врачу, а также о любых других симптомах. Врач даст рекомендации по питанию и назначит дополнительные витамины и железо, если это понадобится. Следует регулярно проверять кровяное давление и мочу, чтобы убедиться, что мать здорова.

В течение второго триместра мать почувствует, что ребенок шевелится, особенно когда она засыпает. Ее собственная кровеносная система изменилась, наращивая продуцирование кровяных клеток.

К 20-й неделе грудь готова к кормлению: некоторые женщины обнаружат, что из сосков выделяется желтая жидкость, называемая молозивом. Не у всех беременных женщин выделяется молозиво, но не стоит по этому поводу беспокоиться.

Справа: Плод от восьмой до сороковой недели беременности. В течение этого времени он вырастает больше чем в двенадцать раз и развивается, пока не сможет сам поддерживать свою жизнь вне материнской матки.



В период беременности женщины могут страдать от нарушений пищеварения, изжоги и запоров, поэтому следует учесть эти факторы в выборе питания. С развитием беременности увеличение веса и давления на внутренние органы может вызвать геморроидальные узлы в прямой кишке и варикозные расширения вен на ногах. От геморроя можно частично предохраниться, избегая запоров, а раздражение, которое они вызывают, можно облегчить мазью или суппозиториями, назначенными врачом. Если носить специальные эластичные чулки или колготки, это предохранит от варикозного расширения вен. Но, что очень существенно, их нужно надевать перед тем, как встать утром с постели.

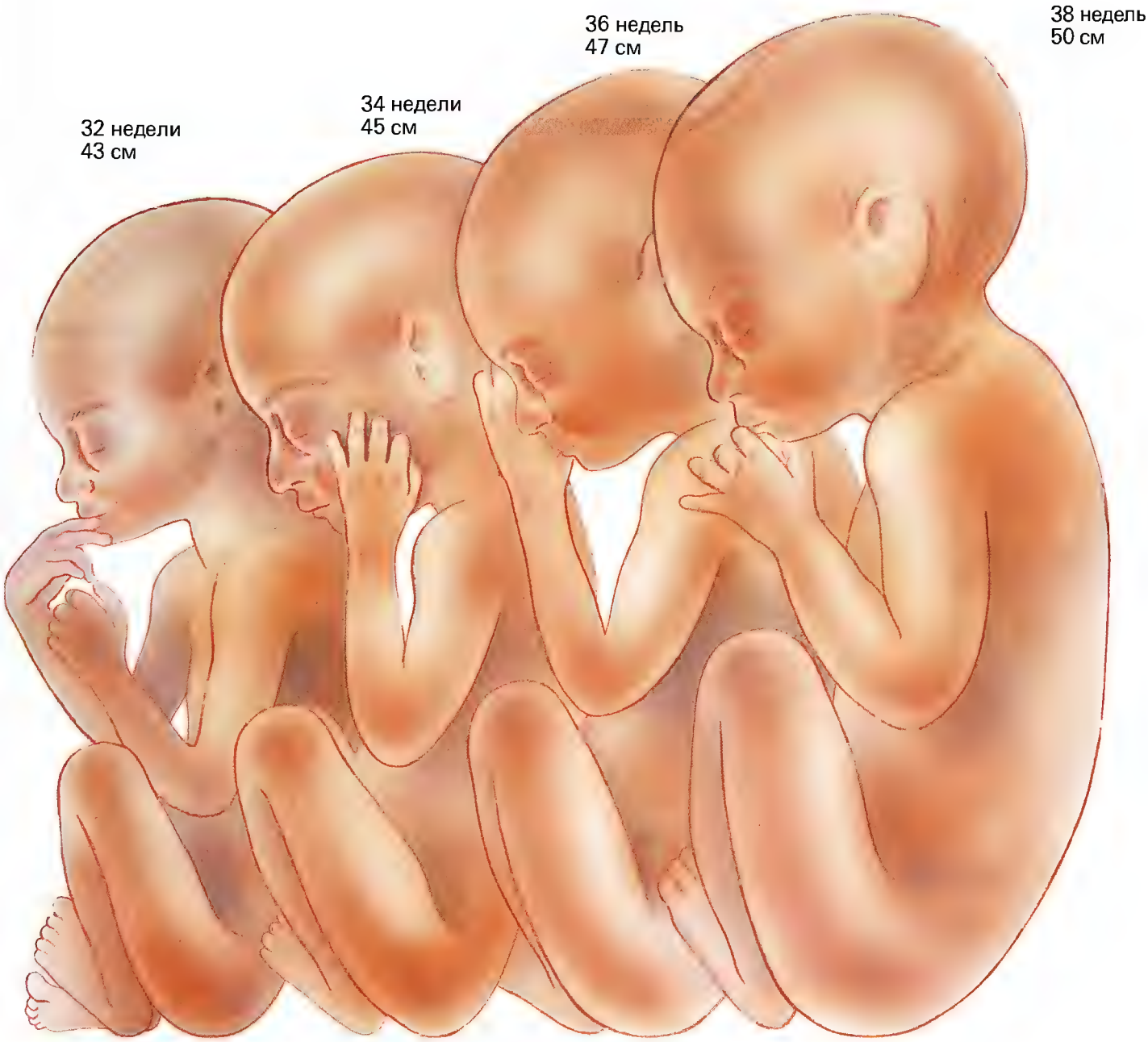
Третий триместр

К третьему триместру матка значительно выросла, и многим женщинам тяжело ходить, не откидываясь слегка назад, что может вызвать боли в спине. Время от времени могут наблюдаться безболезненные сокращения матки, это нормальное явление; сокращения устраняются кровообращением в плаценте.

Лежать на животе становится неудобным. Однако, так как голова ребенка «заняла свою позицию» — опущена в таз, многие женщины чувствуют комфорт, потому что значительно уменьшается давление на желудок и диафрагму. Примерно на сороковой неделе начинаются роды. Тазовые кости матери уже раздвинулись в готовности дать путь ребенку. Мощные сокращения, разрыв амниотического мешка, небольшие кровяные выделения из матки — все это первые признаки приближающихся родов. Шейка матки расширяется, и ребенок начинает свой путь.

Новорожденный в среднем весит около 3,4 кг (7,7 фунта), но вообще вес считается нормальным в пределах от 2,8 кг (6,2 фунта) до 4,0 кг (8,8 фунта).

Волосы на головке у новорожденного могут быть едва видны, а могут быть до 4 см (1,5 дюйма), ногти на руках и на ногах доходят до кончиков пальцев, даже могут быть немного длиннее, глаза почти всегда голубые, потому что цвет глаз еще не установился.



Словарь-справочник

АДЕНОИДЫ Скопления лимфатической ткани (как миндалины) в носоглотке. У детей могут увеличиваться.

АДРЕНАЛИН Гормон «борьбы или полета»; стимулирует работу сердца, легких и других органов. Вырабатывается мозговым слоем надпочечников.

АКТГ Адренокортикотропный гормон, вырабатываемый гипофизом, стимулирует продуцирование кортикостероида. АКТГ может вводиться инъекциями.

АЛЛЕРГИЯ Измененная реакция, например хрипы или сыпь, на постороннее вещество, которое воздействует на иммунную систему. Обычно вещество-аллерген попадает в организм с воздухом, или соприкасаясь с кожей. Бывает также пищевая аллергия.

АЛЬБУМИН Простой белок, образующийся в печени. Один из компонентов плазмы крови. Является источником питания для тканей и поддерживает осмотическое давление, что обеспечивает продвижение крови по кровеносным сосудам.

АЛЬВЕОЛЫ Крошечные воздушные мешочки в легких, окруженные капиллярами. Именно в них происходит обмен кислородом и углекислотой.

АЛЬДОСТЕРОН Гормон, вырабатываемый корковым слоем надпочечников. Регулирует выделение солей почками, поддерживает баланс солей и калия, влияет на углеводный обмен в организме.

АНТИТЕЛО Вещество, присутствующее в крови и образующееся при попадании в кровь чужеродных организмов, тем самым помогая организму бороться с инфекцией.

АПОКРИННАЯ ЖЕЛЕЗА Одна из потовых желез, находящихся в области подмышек, паха и околососковых кружках. Эти железы выделяют густое вязкое вещество, и именно против этих желез используются антиперспиранты. (Сравните с железой внешней секреции.)

АППЕНДИКС Узкая, похожая на палец часть кишки, отходящая от слепой кишки. Не выполняет никаких видимых функций в организме (хотя, возможно, выполнял в прошлом); может воспаляться, и тогда требует удаления.

АРТЕРИЯ Большие кровеносные сосуды, несущие богатую кислородом кровь от сердца к тканям (например, аорта).

АТФ Аденозинтрифосфат. Высокоэнергетическое фосфатное соединение, вырабатываемое клетками для обеспечения энергии, необходимой для химических процессов, от которых зависят клетки. АТФ накапливается в клетках, затем расщепляется сгоранием глюкозы.

АЦЕТИЛХОЛИН Химическое вещество, выделяемое нервными окончаниями, являющееся «передатчиками сигнала» парасимпатическим нервам. Он выполняет много функций, включая сокращение мышц и сужение бронхов.

БАЗАЛЬНЫЕ ЯДРА Четыре скопления нервных клеток, расположенные глубоко у основания головного мозга.

БАКТЕРИИ Маленькие одноклеточные организмы. Некоторые из них вызывают инфекции.

БАРТОЛИНОВ ПРОТОК Проток, по которому выходят выделения бартолиновой железы, назначение их — смазка влагалища.

БЕДРЕННАЯ АРТЕРИЯ Артерия, снабжающая кровью бедро.

БЕДРЕННАЯ КОСТЬ Большая кость верхней части ноги, которая соединяется в бедре шаровидным суставом и продолжается до шарнирного сустава в колене. Самая длинная и тяжелая кость.

БЕССОЗНАТЕЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ Состояние, напоминающее сон, но человека не разбудить.

БОЛЬШАЯ ЯГОДИЧНАЯ МЫШЦА Основная мышца ягодиц (в противоположность малой ягодичной мышце).

БОЛЬШЕБЕРЦОВАЯ АРТЕРИЯ Артерия, снабжающая кровью нижние конечности. Имеет две ветви и является продолжением бедренной артерии, которая делится на две ветви приблизительно на уровне колена.

БОЛЬШОЕ ЗАТЫЛОЧНОЕ ОТВЕРСТИЕ Отверстие в основании черепа, что дает выход спинному мозгу.

БРУННЕРОВЫ ЖЕЛЕЗЫ Маленькие железы в двенадцатиперстной кишке, которые выделяют защитную слизь и мощный фермент, расщепляющий протеин.

БРЮШИНА Гладкий прозрачный слой ткани, который выстилает брюшную полость и заключает в себе находящиеся в ней органы.

БРЮШНАЯ ПОЛОСТЬ Полость, которая находится между диафрагмой и тазом и содержит все органы пищеварения, почки, печень и поджелудочную железу. Передняя стенка — это мышечный покров, внутренняя поверхность выстлана брюшинной оболочкой. (Сравните с черепной полостью и грудной клеткой.)

ВАГИНИЗМ Спазм мышц, окружающих влагалище, вызывает болезненные ощущения во время полового акта.

(ВАРОЛИЕВ) МОСТ Скопление нервных волокон яйцевидной формы в основании головного мозга, у верхнего конца продолговатого мозга. Именно отсюда сигналы, полученные из коры головного мозга, передаются противоположной стороне мозжечка.

ВЕГЕТАТИВНАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА Часть нервной системы, управляющая автоматическими функциями, такими, как сердечное сокращение или потоотделение. Состоит из симпатической и парасимпатической нервных систем. Каждая из этих относительно самостоятельных систем управляется специальным химическим «посланником» — гормоном; их работа основана на согласованности (например, одна система управляет вдохом, другая — выдохом).

ВЕНА Кровеносный сосуд, который несет кровь от тканей к сердцу.

ВИЛОЧКОВАЯ (ЗОБНАЯ) ЖЕЛЕЗА Маленькая железа в шее, ее важная роль в управлении иммунной системой организма в раннем возрасте только недавно была оценена.

ВИТАМИН Важное питательное вещество, требующееся организму лишь в малых количествах. Витамины необходимы для многих химических (обменных) процессов организма.

ВЛАГАЛИЩЕ Женский половой орган, который ведет в матку.

ВНУТРИГЛАЗНАЯ ЖИДКОСТЬ Водянистая влага, которая заполняет переднюю камеру глаза, между роговицей и хрусталиком.

ВОЛОКНИСТЫЙ ХРЯЩ Состоит в основном из волокон коллагена, делающих его плотным и способным выдерживать сжатие. Из него образованы межпозвоночные диски, кроме того, это прочная форма соединения костей со связками.

ВОРОТНАЯ ВЕНА Большая вена, ее задача — доставлять кровь в органы ниже сердца. Например, печеночная воротная вена несет кровь от органов пищеварения (и селезенки) к печени для переработки.

ВОСПРИЯТИЕ Информация о внешнем мире, воспринимается органами чувств (особенно глазами и ушами), собирается и сопоставляется, чтобы составить картину окружающего мира.

ВУЛЬВА Женские наружные половые органы, включая область половых губ, клитор и отверстие мочеиспускательного канала. Воспаление вульвы называется вульвитом.

ВЫДЕЛЕНИЕ Вывод жидких и твердых продуктов обмена из организма.

ГАММА-ГЛОБУЛИН Белки, которые циркулируют в крови, разнося антитела. Могут быть назначены инъекции гамма-глобулина, для борьбы с инфекцией.

ГЕМОГЛОБИН Красный, несущий кислород пигмент красных кровяных клеток.

ГЕНЕТИКА Наука, изучающая наследственность. Включает изучение болезней, передающихся по наследству.

ГЕНЫ Крохотные сегменты хромосом, которые определяют наследственные черты — например, цвет глаз. Каждая черта находится под контролем пары генов, по одному от каждого из родителей.

ГИМЕН Тонкая, эластичная, испещренная дырочками пленка, частично закрывающая вход в вагинальный канал. Традиционный символ девственности, хотя его разрыв — не обязательно результат полового акта.

ГИПЕРТРОФИЯ Разрастание какой-либо части тела. Например, увеличение произвольно сокращающихся мышц у тех, кто занимается бодибилдингом. Непроизвольно сокращающиеся мышцы также могут увеличиваться. Если это случилось, например, с мышцами сердца, требуется специальное лечение, чтобы предотвратить сердечную недостаточность.

ГИПОТАЛАМУС Область в основании головного мозга, которая управляет автоматической деятельностью организма и деятельностью, связанной с гормонами.

ГИПОФИЗ Гормонная железа, расположенная в основании головного мозга, которая управляет работой многих других желез в организме. Также вырабатывает гормоны, управляющие ростом и водным балансом.

ГЛАДКАЯ МЫШЦА Эта мышца связана с непроизвольными движениями внутренних органов. Например, перистальтика во время пищеварительного процесса.

ГЛИКОГЕН Форма глюкозы, накапливается в печени и мышцах, выделяется, когда требуется энергия.

ГЛЮКОЗА Простой сахар, основной источник энергии для клеток организма. Извлекается из крахмалов и сладких продуктов.

ГОРМОНЫ Химические посланники в организме. Контролируют процессы обмена. Разносятся кровью.

ГОРТАНЬ Голосовая коробка, содержащая голосовые связки.

ГРУДИНА Плоский хрящ, к которому прикреплены все ребра, кроме (самых нижних) 11-го и 12-го. Обычно называют «грудной костью».

ГРУДНАЯ КЛЕТКА Часть тела между животом и шеей. Грудная полость (сравните с брюшной полостью и черепной полостью) поддерживается ребрами и межреберными мышцами. В грудной полости находятся сердце и легкие.

ГРУШЕВИДНАЯ МЫШЦА Мышца, которая проходит под большой и малой ягодичными мышцами, присоединяет бедренную кость к крестцу, обеспечивая таким образом движения бедра.

ДВЕНАДЦАТИПЕРСТНАЯ КИШКА Первые 25 см (10 дюймов) тонкой кишки на выходе ее из желудка.

ДВУГЛАВАЯ МЫШЦА Большая мышца плеча, участвующая в сгибании предплечья. Вместе с трехглавой мышцей помогает двигать локтем и плечом. (Примечание. Сочетание двуглавой и трехглавой мышц известно как «противодействующее», так как они выполняют противоположные функции.)

ДИАБЕТ Неспособность гормона инсулина сдержать уровень сахара в крови. Ведет к появлению жажды и потере веса. Можно возмещать нехватку инсулина в организме инъекциями. В некоторых случаях требуется диета и применение лекарств.

ДИАФРАГМА Куполообразная мышца, представляющая собой барьер между содержимым грудной клетки и брюшной полости.

ДИСК Плоское круглое тело, состоящее из плотной внешней оболочки и желеобразной внутренней части. Диски лежат между каждым из защищаемых ими грудных и поясничных позвонков. Они растягиваются или сжимаются, когда позвоночник двигается, и иногда могут соскользнуть со своего места.

ДНК Дезоксирибонуклеиновая кислота. Основной генетический материал, который передается из поколения в поколение хромосомами. ДНК находится в клеточном ядре и управляет производством протеина в клетке.

ЕВСТАХИЕВА ТРУБА Эта труба соединяет среднее ухо (часть уха внутри барабанной полости) с задней частью горла. Труба позволяет выравнивать давление на барабанную перепонку.

ЖЕЛЕЗА Орган, который продуцирует секрет. Выделения желез внутренней секреции поступают прямо в кровь, железы внешней секреции оказывают более местное воздействие.

ЖЕЛЕЗА ВНЕШНЕЙ СЕКРЕЦИИ Одна из потовых желез, расположенных по всему телу (кроме губ и части половых органов). Эти железы управляются центральной нервной системой и некоторыми гормонами и, таким образом, реагируют не только на изменения температуры, но и на такие явления, как волнение или «приливы» при менопаузе.

ЖЕЛТОЕ ТЕЛО Когда яичник выносит яйцеклетку в середине менструального цикла, на месте выхода яйцеклетки остается желтое тело. Оно вырабатывает гормон прогестерон.

ЖЕЛУДОЧЕК Одна из двух качающих камер сердца, получающих кровь из соответствующих предсердий. Левый желудочек нагнетает свежую, обогащенную кислородом кровь назад в организм через аорту, правый желудочек — через легочную артерию в легкие, где кровь обогащается кислородом.

ЖЕЛЧНЫЙ ПУЗЫРЬ Похожий на мешочек орган, прикрепленный к печени, в котором накапливается желчь и затем выделяется в кишечник, чтобы переварить жирную пищу.

ЖЕЛЧЬ Жидкость, вырабатываемая печенью. Накапливается в желчном пузыре и поступает в кишечник через желчный проток.

ЖИР Один из трех основных типов питательных веществ. Жир фактически наиболее концентрированный поставщик энергии и скапливается в организме в жировой ткани.

ЖИРОВАЯ ТКАНЬ Тип соединительной ткани, накапливающей жир.

ЗАРОДЫШ Так называется плод на первых стадиях развития в матке (в течение первого триместра).

ЗАЧАТИЕ Оплодотворение яйцеклетки сперматозоидом, ведет к формированию зародыша.

ЗРИТЕЛЬНЫЙ НЕРВ Нерв, который ведет из чувствующей свет оболочки, называемой сетчаткой, и несет сообщение головному мозгу.

ИММУННАЯ СИСТЕМА Сложная система, при помощи которой организм защищает себя от инфекции.

ИНСУЛИН Гормон, выделяемый поджелудочной железой. Снижает уровень сахара в крови. При диабете, когда в организме вырабатывается недостаточно инсулина, его вводят с инъекциями.

КАЛИЙ Один из наиболее важных минералов человеческого организма. Клетки поддерживают баланс с калием внутри и натрием снаружи.

КАЛЬЦИЙ Минерал, который необходим, так как придает костям прочность. Также присутствует в крови, управляет сокращением мышц.

КАПИЛЛЯРЫ Крошечные кровеносные сосуды, соединяющие артериолы (концы артерий) и венулы (концы вен), таким образом подводя кровь к тканям.

КЕТОНОВЫЕ ТЕЛА Продукты неполного окисления жиров. Если диабет не лечить, то в организме накапливаются кетоновые тела, так как клетки используют в качестве источника энергии жир вместо сахара.

КИСЛОРОД Газ, составляющий примерно пятую часть атмосферы. Кислород необходим для жизни, чтобы вырабатывать энергию, без которой невозможны химические процессы в организме. Легкие отвечают за получение кислорода из воздуха и доставку его в кровь.

КИШЕЧНИК Тонкая длинная трубка, соединяющая желудок и заднепроходное отверстие. Первая часть (тонкая кишка) впитывает питательные вещества, вторая (толстая кишка) выводит отходы.

КИШЕЧНЫЕ КРИПТЫ (ЛИБЕРКЮНОВЫ КИШЕЧНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ) Маленькие выступы в двенадцатиперстной кишке, которые выделяют пищеварительные ферменты и щелочную жидкость для нейтрализации кислой среды желудка.

КЛАПАН Механизм, позволяющий жидкости поступать только в одном направлении. Наиболее важные клапаны управляют током крови в сердце.

КЛАПАН АОРТЫ Клапан, отделяющий аорту от левого желудочка. Позволяет крови поступать из левого желудочка в аорту и далее в ткани.

КЛЕТКА Основная единица человеческого организма и всего живого. Каждая клетка содержит ядро и протоплазму — необходимый строительный материал: клетки делятся, образуя ткань.

КЛИТОР Чрезвычайно чувствительный женский половой орган, состоящий из губчатой эректильной ткани и расположенный у соединения малых половых губ. Поглаживание возбужденного клитора обычно приводит к оргазму.

КЛЮЧИЦА Кость, соединяющая лопатку и грудину.

КОАГУЛЯЦИЯ Процесс загустения крови и образование сгустка.

КОЖНОЕ САЛО Секрет, выделяемый сальными железами.

КОЛЕННЫЙ РЕФЛЕКС Рефлекс, при котором мышцы колена резко сокращаются, как бы производя ногой удар, являющийся результатом легкого удара молоточком.

КОНЪЮНКТИВА Слизистая оболочка, которая выстилает веки и продолжается над частью глазного яблока.

КОПЧИК Пять маленьких сросшихся позвонков в основании позвоночного столба. Обычно называют «хвостовой косточкой» — это все, что осталось от хвоста, который исчез в процессе эволюции человека.

КОРА ГОЛОВНОГО МОЗГА Внешняя оболочка головного мозга.

КОРТИЗОН Гормон, вырабатываемый корковым слоем надпочечников (слоем, покрывающим внутреннюю часть). Он очень важен для жизни и управляет реакцией человека на стрессы.

КОСТИ ЗАПЯСТЬЯ Восемь кубовидных костей, формирующих «шарнир» в запястье между костями предплечья и пястными костями.

КОСТНЫЙ МОЗГ Мягкое красное вещество, заполняющее сердцевину некоторых костей. Именно в костном мозгу образуются красные кровяные клетки, некоторые белые кровяные клетки и кровяные пластинки.

КРАХМАЛ Общее название углеводосодержащих продуктов, которые составляют основу питания человека.

КРЕСТЕЦ Треугольная кость в задней части таза, сформированная пятью сросшимися позвонками. Находится непосредственно над копчиком, или хвостовой костью, и под пятью поясничными позвонками позвоночного столба.

КРОВЯНОЕ ДАВЛЕНИЕ Давление, под которым кровь двигается по артериальной системе.

КРОВЯНЫЕ ПЛАСТИНКИ Крошечные клетки в крови, необходимые для свертывания крови.

ЛЕВЫЙ ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ (ДВУСТВОРЧАТЫЙ, МИТРАЛЬНЫЙ) КЛАПАН Клапан левой части сердца, который пропускает насыщенную кислородом кровь в левый желудочек (из левого предсердия). Его цель — предотвратить попадание крови назад в легкие, когда левый желудочек сокращается.

ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА Входит в сердечно-сосудистую систему. Несет жиры клеткам, собирает и фильтрует жидкость из тканей через лимфатические узлы. Занимает центральное место в работе иммунной системы организма.

ЛИМФОЦИТ Тип белой кровяной клетки. Кроме того, содержится в лимфатической системе, где следит за иммунитетом организма.

ЛОКТЕВАЯ КОСТЬ Длинная кость предплечья. Заканчивается на внешней стороне запястья, где встречается с лучевой костью.

ЛУЧЕВАЯ КОСТЬ Длинная кость предплечья, которая соединяет вместе с локтевой костью локоть и запястье.

МАЗОК ИЗ ШЕЙКИ МАТКИ Метод исследования, который заключается во взятии некоторого количества клеток из шейки матки. Применяется на предмет обнаружения раковых заболеваний. Обычно называется «пап-мазок» (по имени доктора Папаниколау, в результате чьих исследований и появился этот метод).

МАКРОФАГ Большая белая кровяная клетка, чья работа состоит в уничтожении инородных веществ или остатков органических веществ (например, кусочков кости) в ране.

МАЛОБЕРЦОВАЯ КОСТЬ Длинная, очень тонкая наружная кость голени. Из двух костей голени малоберцовая кость наиболее хрупкая и, значит, более ранимая.

МАТКА Маленький орган, напоминающий по форме грушу, расположен между мочевым пузырем и прямой кишкой, связанный с яичниками фаллопиевыми трубами. Если происходит зачатие, плод питается и развивается в матке. При отсутствии беременности слизистая оболочка матки (эндометрий) отслаивается во время менструации и выходит вместе с некоторым количеством крови.

МЕЛАНИН Пигмент в коже, придающий ей цвет. Солнечный загар приобретается с повышением содержания в коже меланина.

МЕНАРХЕ Первая менструация.

МЕНОПАУЗА Прекращение менструальных кровотечений. Период перестройки организма.

МЕНСТРУАЦИЯ Период времени, когда происходит отслаивание слизистой оболочки матки и выделение некоторого количества крови каждый месяц в течение репродуктивных лет жизни женщины.

МЕТАБОЛИЗМ Химические процессы, за счет которых организм живет. Обмен веществ.

МИЕЛИН Вещество, окружающее нервные волокна. Оно изолирует и защищает их.

МИНДАЛИНЫ Два скопления лимфоидной ткани, которые располагаются у задней стенки горла с обеих сторон. При воспалении распухают.

МИОФИБРИЛЛА Пучок нитей внутри поперечно-полосатой мышечной ткани, или произвольно сокращающихся мышц. Эти пучки состоят из белков актина и миозина. Пучки миофибрилл называются «мышечными волокнами».

МИТОТИЧЕСКОЕ (НЕПРЯМОЕ) ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК (МИТОЗ) Деление клеток, при котором пары хромосом разделяются. Каждая половина затем делится на две идентичные части, каждая организует себя таким образом, что когда соответствующие части двигаются к противоположным концам клетки и клетка делится на две клетки, то каждая новая клетка содержит всю необходимую генетическую информацию.

МОЗГОВЫЕ ОБОЛОЧКИ Оболочки, покрывающие головной и спинной мозг (паутинная оболочка, твердая оболочка и сосудистая оболочка). (Менингит — воспаление мозговых оболочек.)

МОЗЖЕЧОК Часть головного мозга, связанная с координацией движений и поддерживанием равновесия. Он расположен в задней части полости черепа, ниже собственно мозга (конечного мозга).

МОЧА Продукт функции почек. С мочой выходят многие продукты обмена, которые накапливаются в организме.

МОЧЕВОЙ ПУЗЫРЬ В мочевом пузыре скапливается моча, вырабатываемая почками. По своему желанию человек опорожняет его. Находится мочевой пузырь в тазу.

МОЧЕИСПУСКАТЕЛЬНЫЙ КАНАЛ (УРЕТРА) Трубка, идущая от мочевого пузыря, по которой моча выходит из организма.

МОЧЕТОЧНИК Трубка, идущая от каждой почки к мочевому пузырю.

МОШОНКА Мешочек, что находится снаружи мужского тела и располагается прямо под пенисом. Содержит яички.

МЫШЦА-РАЗГИБАТЕЛЬ Мышца, чья цель вытягивать или выпрямлять часть тела, такую, как конечность; например, трехглавая мышца плеча (сравните с мышцей-сгибателем).

МЫШЦА-СГИБАТЕЛЬ Мышца, чья задача сгибать часть тела, такую, как конечность; например, двуглавая мышца плеча (сравните с мышцей-разгибателем).

МЫШЦЫ Мощные ткани, отвечающие за все движения. Произвольно сокращающиеся мышцы функционируют под контролем сознания; непроизвольно сокращающиеся мышцы выполняют свои функции независимо от сознания человека.

НАДГОРТАННИК Лоскут ткани на входе в гортань, или дыхательный путь. Когда человек глотает пищу, этот лоскут перекрывает вход так, чтобы пища не попала в легкие и человек не задохнулся.

(НАД)КОЛЕННАЯ ЧАШЕЧКА Кость, напоминающая по форме слезинку, находится впереди коленного сустава и защищает его.

НАДПОЧЕЧНИКИ Две железы, расположенные над почками; их наружная оболочка (корковый слой) вырабатывает кортизон, внутренняя масса (мозговой слой) — адреналин.

НАРУЖНОЕ УХО Внешняя часть уха, чья цель — улавливать звуковые волны в воздухе и передавать их по слуховому проходу.

НАСЛЕДСТВЕННОСТЬ Передача генетической информации родителями детям.

НЕРВНЫЙ УЗЕЛ (ГАНГЛИЙ) Скопление нервных клеток. Также небольшая кистообразная припухлость, особенно на запястье или щиколотке.

НЕРВЫ Пучки специфической управляющей ткани, которая несет сообщения мозгу и от мозга. Говоря о какой-либо болезни, что она «от нервов», предполагают тем самым, что причина заболевания кроется в эмоциональной сфере, а не в излишних физических нагрузках.

НЁБНЫЙ ЯЗЫЧОК Часть мягкого нёба, свисающая в задней части рта. Не выполняет сколько-нибудь заметных функций, но считается, что играет роль в предотвращении удушья.

НЁБО Крыша рта, которая состоит из частей, отделяющих рот от носовой полости. Состоит из твердого нёба и мягкого нёба.

НИЖНЯЯ ЧЕЛЮСТЬ Двигающаяся часть черепа. В ее задачу входит пережевывание пищи.

НОГТЕВАЯ ЛУНОЧКА Белый полумесяц в основании ногтя.

НОРАДРЕНАЛИН Гормон, вырабатываемый мозговым слоем надпочечников, составляет многие из химических передатчиков в симпатической нервной системе. Кроме того, помогает поддерживать кровяное давление.

ОБОДОЧНАЯ КИШКА Толстая кишка, трубка, простирающаяся от конца тонкой кишки через брюшную полость до прямой кишки.

ОБОЛОЧКА Тонкий слой ткани. Клетки окружены стенкой или оболочкой, чей химический состав определяет работу клетки.

ОВУЛЯЦИЯ Время, когда яичник выносит яйцеклетку, обычно это происходит в середине менструального цикла.

ОКОЛОСЕРДЕЧНАЯ СУМКА Волокнистая оболочка вокруг сердца, которая выделяет смазочную жидкость.

ОПЛОДОТВОРЕНИЕ Процесс проникновения сперматозоида в яйцеклетку и соединение с ней для образования зародыша, который имплантируется в матку и там развивается.

ОРГАЗМ Пик полового сношения (влекущий за собой семяизвержение у мужчин).

ОСНОВНОЙ ОБМЕН Мера основного уровня обменных (химических) процессов в организме. Обмен повышается с повышением активности щитовидной железы и понижается в связи со снижением активности щитовидной железы.

ОСТЕОБЛАСТ Клетка костной ткани.

ПАЗУХА Полость и/или канал, позволяющие проходить гною и т. п. Наиболее известны пазухи на лицевой стороне черепа, которые защищают лицо от ударов. Эти пазухи соединены с внутренней частью носа.

ПАРАСИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА Часть вегетативной нервной системы, управляемая головным мозгом и нижней частью спинного мозга. Взаимодействует с симпатической нервной системой (управляемой спинным мозгом); поддерживает бессознательные функции организма (например, дыхание, пищеварение и сокращения сердечных мышц).

ПАРАЩИТОВИДНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ Четыре крошечные железы, расположенные прямо за щитовидной железой и пониже гортани. Играют важнейшую роль в поддержании уровня кальция в организме, что оказывает влияние не только на состояние зубов и костей, но и на нервы и мышцы. Уровень кальция управляется паратгормоном, который вырабатывают паращитовидные железы.

ПЕПСИН Пищеварительный фермент, выделяемый слизистой оболочкой желудка, в его задачу входит расщепление белков. Это активная составная часть желудочного сока, второй частью которого является соляная кислота.

ПЕРИОДОНТАЛЬНЫЕ СВЯЗКИ Волокна, которые удерживают зубы на месте. Они присоединены к цементному веществу зуба под десной и альвеолярному отростку, на котором зафиксирован корень зуба. Эти связки очень эластичные и до определенной степени защищают зубы при кусании, разжевывании и т. п.

ПЕРИСТАЛЬТИКА Волнообразные, ритмичные мышечные сокращения, которые проталкивают перерабатываемую пищу по кишечнику во время пищеварительного процесса.

ПЕЧЕНОЧНЫЙ Относящийся к печени. Например, печеночная артерия несет питательные вещества и обогащенную кислородом кровь к печени.

ПЕЧЕНЬ Самая большая железа в организме, расположенная в верхнем правом углу брюшной полости ниже диафрагмы; отвечает за поступление питательных веществ тканям.

ПИТАНИЕ Правильное питание обеспечивает получение организмом необходимого количества и вида пищи для поддержания здоровья и роста.

ПИЩЕВОД Ведет ото рта вниз по груди к желудку.

ПЛАЗМА Желтоватая жидкая часть крови, состоящая в основном из воды, в которой находятся среди прочего красные и белые кровяные клетки и кровяные пластинки.

ПЛАЦЕНТА Плацента прикрепляется к внутренней поверхности матки. Через нее плод получает все необходимые питательные вещества и кислород по пуповине. Обычно называют «детским местом».

ПЛЕВРА Тонкая пленка, окружающая легкие и выстилающая внутреннюю поверхность грудной клетки. Облегчает трение во время дыхания. («Плеврит» — воспаление плевры.)

ПЛОД Так называют развивающееся (в матке) человеческое существо, обычно в течение второго и третьего триместров. В течение первого триместра это зародыш.

ПОДВЗДОШНАЯ АРТЕРИЯ Две большие ветви аорты (которая разделяется приблизительно на уровне диафрагмы), снабжающие кровью нижние конечности. Продолжаются как бедренная и большеберцовая артерии.

ПОДВЗДОШНАЯ КИШКА Нижняя часть тонкой кишки и последняя часть, которую проходит переработанная пища перед тем, как попасть в слепую кишку, где начинается толстая кишка. Главная задача подвздошной кишки — обработка пищи, всасывание продуктов ее расщепления и доставка их печени.

ПОДЖЕЛУДОЧНАЯ ЖЕЛЕЗА Орган в задней части брюшной полости, отвечающий за вырабатывание пищеварительных соков. Также является гормонной железой. Вырабатывает инсулин.

ПОДКЛЮЧИЧНАЯ АРТЕРИЯ Каждая из двух ветвей артерии, которая снабжает кровью руки. Одна ветвь начинается от дуги аорты, другая — из безымянной артерии. Продолжается как плечевая артерия, подразделяясь на лучевую и локтевую артерии.

ПОДМОЗОЛИСТОЕ ПОЛЕ (ПОЛЕ БРОКА) Участок головного мозга, куда поступают речевые сигналы и где формируется ответ. Отсюда посылается «сообщение» лицу через двигательную область коры головного мозга, которая также стимулирует мышцы губ, языка, челюстей и горла, чтобы воспроизвести речь (в ответ).

ПОЛАЯ ВЕНА Большая вена, по которой кровь поступает к сердцу: из туловища — по нижней полой вене, из головы — по верхней полой вене. Кровь из полой вены поступает в правое предсердие.

ПОЛЕ ВЕРНИКЕ Участок головного мозга, где происходит расшифровка звуков (сравните с подмозолистым полем — полем Брока).

ПОЛОВАЯ ЖЕЛЕЗА Одна из половых желез, вырабатывающих половые гормоны и половые клетки. У мужчин половые железы — это яички, где вырабатываются тестостерон и сперматозоиды; у женщин половые железы — это яичник, где вырабатывается эстроген и другие гормоны, а также яйцеклетки.

ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ Период, в течение которого организм достигает половой зрелости. Происходят изменения во внешности и эмоциональной сфере.

ПОЛОВЫЕ ГОРМОНЫ Гормоны, управляющие половыми функциями. Тестостерон — основной мужской гормон. Эстроген и прогестерон играют важную роль в функции женских половых органов.

ПОЛОВЫЕ ОРГАНЫ (ГЕНИТАЛИИ) Часть репродуктивных органов (например, пенис у мужчины, клитор у женщины).

ПОЯСНИЧНЫЙ Относящийся к группе позвонков между грудными позвонками и крестцом (например, поясничная пункция, когда берут жидкость между позвонками в этой области).

ПРЕДСЕРДИЕ Левое и правое предсердия — две качающие кровь камеры сердца. Они перекачивают кровь в соответствующие желудочки сердца.

ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ ПУЧОК (ПУЧОК ГИСА) Очень тонкий пучок сердечных мышц, которые проходят от правого предсердия к правому и левому желудочкам, проводя сигнал к сокращению. Это часть процесса, который поддерживает нормальное сердечное сокращение (см. предсердно-желудочковый узел и синусно-предсердный узел).

ПРЕДСЕРДНО-ЖЕЛУДОЧКОВЫЙ УЗЕЛ Узел в сердце на соединении предсердий и желудочков. Посылает сигналы желудочкам не сокращаться. Это часть процесса, который поддерживает нормальное сердечное сокращение (см. предсердно-желудочковый пучок — пучок Гиса — и синусно-предсердный узел).

ПРЕДСТАТЕЛЬНАЯ ЖЕЛЕЗА Железа у основания мочевого пузыря у мужчин, она вовлечена в процесс выработки спермы. Может увеличиваться с возрастом и затруднять мочеиспускание.

ПРИДАТОК ЯИЧКА Скопления трубочек, расположенные сзади каждого яичка. Именно здесь сперматозоиды, образовавшиеся в семенных канальцах, дозревают и приобретают подвижность. Эти сперматозоиды накапливаются в придатке яичка перед семяизвержением, когда через семявыносящий проток поступают в предстательную железу, где смешиваются с выделениями, образуя семенную жидкость или сперму. Затем сперма извергается через мочеиспускательный канал.

ПРОДОЛГОВАТЫЙ МОЗГ Похожая на ствол нижняя часть головного мозга. Является непосредственным продолжением спинного мозга. Управляет частотой сердечных сокращений, кровяным давлением, дыханием и сознанием.

ПРОИЗВОЛЬНО СОКРАЩАЮЩАЯСЯ МЫШЦА Также называется «поперечно-полосатой». Управляется головным мозгом. Этот вид мышцы действует при помощи сокращения и обеспечивает все формы движения.

ПРОСТАГЛАНДИН Вещество, вырабатывающееся в организме, которое заставляет мышцы сокращаться, вызывая повышение болевой чувствительности. Болеутоляющие средства (анальгетики) прекращают процесс вырабатывания простагландина.

ПРОТЕИН Вещество, из которого состоят основные структурные блоки организма. Состоит из нитей молекул аминокислоты.

ПУПОВИНА «Дорога жизни» между матерью и плодом, по которой поступают все питательные вещества и кислород, необходимые плоду.

ПУПОК Правильное название впадинки (фактически шрама) на животе в том месте, откуда шла пуповина, соединявшая плод с матерью во время внутриутробного развития. Обычно называют «пупочком» или «пуговкой».

ПУЛЬС Сила сердечных сокращений ощущается как колебания, которые проходят по артериальным стенкам. Термин обычно относят к колебаниям, прощупываемым в области лучевой артерии.

ПЯСТНЫЕ КОСТИ Пять костей, отходящих от запястья. Ведут к фалангам, которые формируют пальцы рук.

ПЯТОЧНАЯ КОСТЬ Большая кость, которая является частью предплюсны (подъема). Обычно она называется «пяткой».

РЕДУКЦИОННОЕ ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК (МЕЙОЗ) Деление клеток, при котором хромосомы удваиваются, разбиваются на пары, сцепляются, перед тем как отделиться друг от друга и образовать половые клетки, содержащие половину информации, необходимой для возникновения нового человеческого существа. Другая половина обеспечивается во время оплодотворения.

РЕСНИЧКИ Мельчайшие волосоподобные тела внутри специальных клеток (например, реснички в эндолимфе внутреннего уха, чувствующие движение, или реснички в носу, которые задерживают пыль).

РЕФЛЕКС У нервной системы много автоматических реакций на разного рода воздействия, они называются рефлексами. Например, при ударе молоточком мышца автоматически сокращается.

РЕФЛЮКС Движение некоторых жидких веществ организма в неправильном направлении. Обратный ток кислоты из желудка в пищевод называется желудочно-пищеводным рефлюксом.

РОГОВИЦА Прозрачное «переднее окно» глаза.

РОГОВОЕ ВЕЩЕСТВО (КЕРАТИН) Омертвевшие клетки, покрывающие внешнюю поверхность кожи; отслаиваются мельчайшими чешуйками. Волосы и ногти — специфическая форма кератина.

РОДНИЧКИ Пустоты между еще не сросшимися костями черепа новорожденного, покрытые пленчатой тканью.

САЛЬНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ Железы в коже, выделяющие секрет, который позволяет коже оставаться мягкой и эластичной.

САХАР Представляет собой углеводные молекулы с химической точки зрения. Глюкоза тоже относится к сахарам и является основным источником энергии для развития клеток.

СВЕРТЫВАНИЕ КРОВИ Жизненно важный механизм затвердевания компонентов крови после повреждения сосудов. Таким образом останавливается кровотечение.

СВЯЗКА Прочные волокнистые струны, держащие кости и суставы и поддерживающие органы на месте.

СЕКРЕТ Вещество, вырабатываемое любой железой, действует вне самой железы.

СЕКРЕТИН Гормон, вырабатываемый слизистой оболочкой двенадцатиперстной кишки, когда поступает пища. Стимулирует выделение пищеварительных ферментов расположенной рядом поджелудочной железой.

СЕЛЕЗЕНКА Орган, расположенный в верхнем левом углу брюшной полости. Отвечает за фильтрацию изношенных кровяных клеток.

СЕМЯВЫНОСЯЩИЙ ПРОТОК Трубочка, по которой поступают сперматозоиды из яичек в мочеиспускательный канал. Именно этот проток иссекают во время вазэктомии, чтобы прекратить поступление сперматозоидов.

СЕТЧАТКА Сетчатая, светочувствительная оболочка глаза, которая выстилает всю внутреннюю закругленную поверхность глазного яблока. Состоит из двух разных светочувствительных видов клетки, палочки и колбочки, которые вместе воспринимают изображение.

СИМПАТИЧЕСКАЯ НЕРВНАЯ СИСТЕМА Часть вегетативной нервной системы, управляемой спинным мозгом. Взаимодействует с парасимпатической нервной системой (управляемой головным мозгом и нижним отделом спинного мозга), чтобы поддерживать жизненно важную бессознательную деятельность организма (например, дыхание, пищеварение и сердечные сокращения).

СИНУСНО-ПРЕДСЕРДНЫЙ УЗЕЛ Расположен в правом предсердии, передает импульсы обоим предсердиям, заставляя их сокращаться. Это часть процесса, который поддерживает нормальные сердечные сокращения (см. предсердно-желудочковый узел и предсердно-желудочковый пучок — пучок Гиса).

СКЛЕРА Плотная внешняя оболочка глазного яблока, начинающаяся вокруг роговицы (впереди). Эта оболочка составляет то, что обычно называют «белком» глаза.

СЛЕЗНЫЕ ЖЕЛЕЗЫ Маленькие железы, вырабатывающие жидкость, чтобы смазывать и очищать глаз. Жидкость выделяется из протоков, которые называются «слезными протоками».

СЛЕПАЯ КИШКА Глухой мешочек, с которого начинается толстая кишка. Подвздошная кишка — последняя часть тонкой кишки — открывается в слепую кишку. Аппендикс торчит из слепой кишки.

СЛИЗЬ Полужидкое вещество, которое формирует внутренние оболочки многих органов, защищая их от повреждений и инфекций.

СЛЮНА Жидкость, присутствующая во рту и выделяемая слюнными железами.

СОБСТВЕННО МОЗГ (КОНЕЧНЫЙ МОЗГ) Наиболее высоко развитая и самая большая часть головного мозга. Делится на две части, которые называются полушариями головного мозга.

СОЕДИНИТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ Основной «скрепитель и заполнитель» организма, который держит органы на своих местах и заполняет пространства. Волокна белка коллагена обеспечивают силу, а волокна белка эластина — эластичность.

СОЛНЕЧНОЕ СПЛЕТЕНИЕ Немедицинский термин, используется для обозначения области в верху живота.

СОЛЬ Одно из основных веществ, требуемых организму. Уровень солей — решающий фактор во многих химических процессах, происходящих в организме.

СОННАЯ АРТЕРИЯ Артерия, которая делится на правую и левую ветви и несет кровь к го-

лове; одна ветвь — к лицу и волосистой части головы, другая — непосредственно к мозгу.

СПЕРМА Жидкость, извергающаяся из мужского организма во время эякуляции. Содержит сперматозоиды и выделения других желез, например предстательной железы.

СПЕРМАТОЗОИД Оплодотворение женской яйцеклетки происходит, когда с ней сливается сперматозоид. Сперматозоиды образуются в яичках и смешиваются с семенной жидкостью.

СПИННОЙ МОЗГ Струна из первной ткани, которая начинается от головного мозга и идет вниз по центральному костному каналу позвоночника. Все нервы организма ниже шеи ответвляются от спинного мозга.

СТВОЛ ГОЛОВНОГО МОЗГА Связывает головной мозг со спинным мозгом и включает в себя часть продолговатого мозга, весь средний мозг и часть переднего мозга. Здесь принимаются все поступающие сигналы, рассылаются по соответствующим участкам мозга, анализируются, и здесь же определяется ответ.

СТЕКЛОВИДНОЕ ТЕЛО Желеобразное вещество, заполняющее глаз позади хрусталика, которое определяет плотную, резиноподобную структуру глаза.

СТЕКЛОВИДНЫЙ (ГИАЛИНОВЫЙ) ХРЯЩ Полупрозрачная голубовато-белая ткань. Формирует скелет зародыша, затем плода. Позже остается только на суставных поверхностях костей. Также находится в носу, трахее и бронхах.

СТЕРОИДЫ Сложные химические молекулы. Половые гормоны и кортизон — стероиды. Обычно это название употребляется для обозначения кортизона, вырабатываемого надпочечниками, и лекарств, заменяющих кортизон.

СУМКА Мешочек или мягкостенчатая полость (например, околосердечная сумка, альвеолярные мешочки в легких), также образованная кистой или опухолью.

СУХОЖИЛИЕ Крепкие волокнистые струны, привязывающие мышцы к костям и передающие силу их сокращений.

СУХОЖИЛИЕ, ОГРАНИЧИВАЮЩЕЕ С БОКОВ ПОДКОЛЕННУЮ ЯМКУ Группа мышц: полусухожильная мышца, полуперепончатая мышца и двуглавая мышца бедра. Они выпрямляют ногу в бедре и колене.

СФИНКТЕР Кольцо мышц вокруг любой трубы или канала, служит для того, чтобы перекрывать их.

ТАЗ Структура, сформированная кольцом костей в основании торса, к которой прикрепляются ноги. Состоит из крестца и копчика, подвздошной кости с вертлужной впадиной (куда входит бедренная кость), седалищной кости (основание ягодиц), и лобка, состоящего из двух лобковых костей, соединенных хрящевым диском, который называется межлобковым диском.

ТЕЛЬЦЕ Устаревшее слово, употреблявшееся для обозначения красной или белой кровяной клетки.

ТЕНДОСИНОВИТ Воспаление сухожильного влагалища, например, в области запястья.

ТЕСТОСТЕРОН Мужской половой гормон, вырабатываемый яичками.

ТОЩАЯ КИШКА Часть тонкой кишки между двенадцатиперстной кишкой и подвздошной. Ее задача — всасывать питательные вещества из перерабатываемой пищи.

ТРАНСПЛАНТАТ Пересадка живой ткани с одного места на теле на другое. Чаще этот термин употребляется при пересадке органов.

ТРАХЕЯ Обычно называется «дыхательным горлом». Это трубка (или проход), которая соединяет легкие и горло и, таким образом, имеет выход наружу.

ТРЕХГЛАВАЯ МЫШЦА Большая мышца-разгибатель задней стороны плеча. Вместе с двуглавой мышцей осуществляет движения локтя и плеча (сравните с двуглавой мышцей).

УГЛЕВОД Один из трех основных типов питательных веществ. Углеводы — это сахара и крахмалы (полисахариды), находящиеся в злаках, хлебе, картофеле.

УГЛЕКИСЛОТА Из воздуха легкими забирается кислород, который используется для переработки пищи в энергию. Продуктом этого процесса является углекислота, которая выбрасывается легкими в воздух.

УЛИТКА Часть внутреннего уха в форме улитки, наполнена эндолимфой и выстлана ресничками, по ней проходят звуковые волны через улитковый нерв в мозг, где и определяются.

ФАЛЛОПИЕВЫ ТРУБЫ (ЯЙЦЕВОДЫ) Две трубы, поднимающиеся из матки и заканчивающиеся около яичников. Яйцеклетки, образованные в яичниках, обычно проходят через фаллопиевы трубы в матку.

ФЕКАЛИИ Питательные вещества из переваренной пищи всасываются в тонком кишечнике. Вода всасывается в ободочной кишке, а фекалии (кал, испражнения) выходят через задний проходное отверстие.

ФЕРМЕНТ (ЭНЗИМ) Одно из многих веществ, вырабатываемых в организме и выступающих как катализаторы в жизненно важных процессах, таких, как пищеварение. Ферменты могут также расщеплять большие молекулы на более маленькие или использовать маленькие молекулы для роста, воспроизведения или защиты от инфекции.

ХЛОРИСТЫЙ НАТРИЙ Химическое название поваренной соли.

ХОЛЕСТЕРИН Жировое вещество, которое является существенной частью в структуре клеточных стенок. Если его в крови слишком много, он начинает откладываться на стенках артерий, ведя к образованию атеросклеротических бляшек.

ХРОМОСОМА Одно из крошечных, в форме прутика, тел внутри клеточного ядра, несет гены — определители наследственности. Хромосом 23 пары плюс добавочные две хромосомы — определители пола.

ХРУСТАЛИК Мягкая, эластичная, прозрачная часть глаза сразу за радужной оболочкой. Задача хрусталика — фокусирование световых лучей.

ХРЯЩ Хрящевая ткань, прикрепленная к кости, образует суставные полости. В колене имеются два хряща, которые можно легко повредить, вследствие чего их удаляют.

ЦЕРЕБРОСПИНАЛЬНАЯ ЖИДКОСТЬ Жидкость, в которой плавает головной и спинной мозг.

ЧЕРЕПНАЯ ПОЛОСТЬ Часть черепа, содержащая мозг. Черепная полость — одна из трех главных полостей организма. (сравните с брюшной полостью и грудной клеткой).

ШЕЙКА МАТКИ Центральный канал в шейке матки, расширяется во время родов, давая возможность пройти младенцу.

ЩИТОВИДНАЯ ЖЕЛЕЗА Железа в шее. Вырабатывает гормон тироксин, который очень важен для управления энергетическим обменом в организме.

ЭКЗЕМА Красная, чешуеобразная сыпь на коже, вызывающая зуд. У детей обычно появляется на внутренних частях коленей и сгибах локтей. Другие формы могут быть результатом аллергии (дерматит).

ЭКЗОКРИННАЯ ЖЕЛЕЗА (ЖЕЛЕЗА ВНЕШНЕЙ СЕКРЕЦИИ) Этот тип включает те железы, которые выделяют свои секреты на поверхность кожи (например потовые железы) или через большие протоки (например, поджелудочная железа, чьи выделения идут в тонкий кишечник).

ЭЛАСТИЧЕСКИЙ ХРЯЩ Содержит волокна эластина и коллагена (сравните с волокнистым хрящом). Он крепкий, но гибкий; формирует надгортанник, части среднего и наружного уха, евстахиеву трубу, части гортани.

ЭНДОКРИННАЯ ЖЕЛЕЗА (ЖЕЛЕЗА ВНУТРЕННЕЙ СЕКРЕЦИИ) Одна из беспроточных желез, рассеянных по всему организму. Затем кровь несет эти выделения к соответствующему органу. Эндокринные железы (например, гипофиз и щитовидная железа) все вместе образуют эндокринную, или гормонную, систему.

ЭСТРОГЕН Один из двух важных женских гормонов. Во время менструального цикла уровень вырабатываемого эстрогена колеблется, и этим могут объясняться перемены настроения.

ЯИЧКО Мужской половой орган, ответственный за продуцирование сперматозоидов и мужского полового гормона. Два яичка находятся в мошонке в низу живота.

ЯИЧНИК Женский орган, где вырабатываются яйцеклетки. Яичники расположены внутри брюшной полости у концов фаллопиевых труб (хотя с ними не соединяются), которые потом несут яйцеклетку в матку.

ЯРЕМНЫЕ ВЕНЫ Две вены, несущие кровь от головы. Если их случайно повредить, в систему кровообращения попадет воздух, и это может привести к смерти.

Указатель

А

автономная нервная система 21
адамово яблоко 25
адвентициальная оболочка 93
аденозинмонофосфат 68
аденоиды 80
аденозинтрифосфат (АТФ) 40
аденогипофиз 70
адреналин 67
адренокортикотропный гормон (АКТГ) 71
аксон 42
активирующая ретикулярная система 47
актин 40
актиновые нити 38
аллергии 101
альбумин 87
альвеолы 82
альдостерон 76
альфа-клетки 75
амилаза 104
аминокислоты 20
амниотический мешок 17, 143
ампула 56
анаболизм 20
анаболические стероиды 77
анальный канал 103
анальный сфинктер 124
андрогены 131
антидиуретический гормон (АДГ) 21
антитело 87, 97
аорта 44
аортальный клапан 90
апокринные железы 33
аппендикс 103
аппендицит 125
арахноидальные грануляции 47
артериальные капилляры 33
артериальная система 94
артерии конечные 24
артериолы 92
артерия 87
артерия щитовидной железы 49
артрит 30
астма 83
ахиллово сухожилие 36
ацетилхолин 38
ацетилхолиновый пузырек 38
ацинусы (дольки) 74

Б

базальные ядра 47
базилярная артерия 70
базилярная мембрана 55
базофилы 89
балане 44
барабанная лестница 55
барабанная перепонка 54
бедренная артерия 87
бедренная кость 28
бедренные вены 95
бедренный мыщелок 28
бедро 31
безымянная артерия 87
безымянная вена 87
белки 20
белковый коллаген 31
белое вещество 46
белок глаза 50
белые кровяные клетки 88
беременность 137
бета-клетки 75
биливердин 119
билирубин 119
бластоциста (зародышевый пузырек) 142
близорукость (миопия) 53
блоковидный (шарнирный) сустав 26
блуждающий нерв 44
боковая связка 31
болевые рецепторы 60
боль 48
большая грудная мышца 36, 37
большая круглая мышца 36, 37
большая ягодичная мышца 36, 37
большеберцовая артерия 87
большеберцовая кость 29
большие железы преддверия (бартолиновы железы) 136
большое затылочное отверстие 148
борода 35
брови 35
бронхи 82
бронхиолы 82
бронхит 82
брыжеечная вена 87
брыжеечные артерии 94
брыжейка 114
брюшина 17
брюшная аорта 87
брюшная полость 14
бугорки языка 58

В

вазопрессин 68
варолиев мост 148
вегетативная нервная система 44
вегетативный ганглий 42
венечная борозда 131
венечная вена 95
венечные артерии 93
венозные капилляры 33
вены 50, 51
вертлужная впадина 28
верхние дыхательные пути 78
верхние конечности 29
верхняя полая вена 87
верхняя челюсть 23
веснушки 33
вестибулярная лестница 55
вестибулярный нерв 54
вилочковая (зобная) железа 98
височная доля 46
височная мышца 102
висцеральная плевра 82
витамины 88
вкус 46
вкусовые рецепторы 57
вкусовые сосочки 58
влагалище 136
внешний слуховой проход 56
внутреннее ухо 54
внутренние органы 31
внутренняя камера 50, 51
внутренняя лодыжка 28
внутриглазная жидкость 50
возбуждение мышцы 38
волокнистая хрящевая ткань 23
волокнистые суставы 23
волоски-рецепторы 55
волосы 33
волосяная луковица 33
волосяной фолликул 33
воротная вена 95
восприимчивость 21
воспроизведение 142
выделение 121
выделительная система 120
выпрямляющая мышца 33

Г

гаверсова система 24
гаверсов канал 24
галактоза 20
ганглии 43
гастрин 103
гемоглобин 87
гемоцитобласт 88
гениталии 35
гены 18
гепарин 89
гепатоцит (печеночная клетка) 117
гимен 136
гипогликемия 105
гипоталамус 48
гипофиз 47
гистамин 89
гладкая мышца 37
глаза 50
глазное яблоко 53
глазные впадины 26
гликоген 38
глицерин 20
глобулин 87
глотка 61
глюкагон 68
глюкоза 20
головка кости 24
головка пениса 130
головная вена 87
головной мозг 48
головокружение 56
головчатая кость 28
голос 61
голосовая коробка 25
голосовая щель 25
голосовые связки 25
голосообразование 61
гомеостаз 21
гонадотропные гормоны 71
горло 80
гормональные импульсы 49
гормон роста 105
гормон щитовидной железы (тироидный гормон) 105
гормоны 67
гороховидная кость 28
гортанная часть глотки 61
гортань 61
грудина 27
грудино-ключично-сосцевидная мышца 38
грудная клетка 27
грудная полость 62
грудное молоко 71
грудной проток 71
грудные железы 31
грудные нервы 42
грудь 140
губчатое вещество кости 24
губы 60
гусиная кожа 35

Д

дальнозоркость (гиперметропия) 53
двенадцатиперстная кишка 74
двигательные волокна 44
двигательные нейроны 38
двигательные нервы 38
двигательные участки коры головного мозга 49
двуглавая мышца 31
двуокись углерода (углекислота) 84
дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК) 18
дельтовидная мышца 36, 37
дендриты 43
дерма 33
дермис 129
диабет 20
диафиз 24
диафизарные кровеносные сосуды 24
диафрагма 78
дистальные фаланги 29
длинные кости 24
дополнительные связки 32
дуга аорты 94
дуоденальные (бруннеровы) железы 113
дыхание 27
дыхательная система 62
дыхательные пути 62

Е

евстахиева труба 54

Ж

жевательные мышцы 102
железы внутренней секреции (эндокринные железы) 70
желтое тело 139
желтый костный мозг 24
желудок 27
желудочки сердца 90
желчные камни 119
желчные канальцы 117
желчный проток 74
желчный пузырь 27
желчь 103
женские наружные половые органы (вульва) 136
жиры 20

З

заднепроходный (анальный) канал 124
задняя доля гипофиза 21
запах 46
запястье 30
заслонка ободочной кишки 103
затылочная доля 46
зачатие 142
защитная склера 53
зобная железа 97
зрачок 51
зрение 46
зрительная зона коры головного мозга 49
зрительная лучистость 52
зрительный бугор 47
зрительный нерв 52
зрительный перекрест 53
зрительный тракт 52
зуб мудрости 109
зубы 108

И

икроножная мышца 31
иммунная реакция 89
иммуноглобулины 97
имплантация (нидация) 142
импульсы 54
инсулин 20
интернейроны 47
инфекция 20

Й

йод 73

К

кадык 25
камбаловидная мышца 40
канал Остеона (гаверсов канал) 24
канал родовой 23
капилляры 33
капсула Боумана 77
капсулярная связка 32
катаболизм (разложение) 20
кератин 33
кетоны 116
кислород 46
кисть руки 24
кишечник 122
кишечные крипты (либеркюновы кишечные железы) 104
кишки 37
клапан аорты 37
клапаны легочной артерии 86
клапаны сердца 90
клетки 18
клиновидная пазуха 78
клиновидные кости 29
клитор 136
клубочек 120
клыки 102
клювовидноключичная связка 32
клювовидноплечевая связка 32
клювовидноподостная связка 32
ключица 27
кожа 33
кожное сало 34
колбочки 51
коленная чашечка 28
коленный сустав 30
колено 30
колит 123
коллаген 25
коллагеновые волокна 33
коллатеральная связка 31
кольцевидная связка 26
конечности 24
конечные артерии 24
конъюнктива 50
координация 56
копчик 28
копчиковые нервы 42
кора головного мозга 38
кора надпочечника 76
корень ногтя 34
корковое вещество почки 127

коронарная вена 93
коронарные артерии 93
короткие щетинистые волосы 35
кортиев орган 55
кортизон 77
кости 23
кости запястья 30
кости лица 24
кости предплюсны 30
костная система 22
костные клетки 24
костные полукружные каналы 54
костный канал 54
костный мозг 23
кость-трапеция 28
кохлеарный нерв 56
крайняя плоть 130
красные кровяные клетки 18
крахмал 38
крахмальный обмен 104
крепитация 41
крестец 28
крестцово-подвздошные суставы 28
крестцовые нервы 42
кровеносные сосуды 92
кровообращение 94
кровоподтек 92
кровотечение 88
кровь 87
кровяное давление 126
круглое окно 55
круговая мышца глаза 36, 37
круговая мышца рта 36, 37
крыловидные мышцы 102
крючковидная (крючковатая) кость 28
кутикула 34

Л

ладьевидная кость 28
ладьевидная ямка 22
лактация (выделение молока) 147
ларингофаринкс 81
ларинкс 80
латеральное коленчатое тело 53
левое предсердие 37
левый желудочек 90
левый предсердно-желудочковый (митральный) клапан 90
легкие 82
легочная артерия 82
легочная вена 85
лейкоциты 87
лизозим 106
лимбическая система 47
лимфа 96
лимфатическая система 96
лимфатические железы 96
лимфатические сосуды 96
лимфатические узлы 89
лимфоидная ткань (кольцо Вальдейера) 100
лимфоциты 88
липаза 104
лицевой нерв 58
лицевые кости 23
лицевые мускулы 23
лицевые ткани 26
лицо 14
лобковая кость 28
лобковый диск 28
лобковый симфиз 26
лобная доля 46
лобная пазуха 78
лобное брюшко надчерепной мышцы 34
лобок 121
лодыжка 24
локоть 24
локтевая артерия 87
локтевая коллатеральная связка 32
локтевая кость 26
лонная кость 28
лонное сочленение 24
лопатка 24
лучевая артерия 87
лучевая кость 26
лютеинизирующий гормон (ЛГ) 71

М

макрофаги 101
малая грудная мышца 27
малоберцовая кость 28
малые железы преддверия влагалища 137
мальпигиево тельце 98
мальтоза 103
матка 137
матрица 35
меатус 79
медиальный бедренный мыщелок 28
межпозвоночный диск 25, 26
межреберные мышцы 27
мейоз 19
меланин 35
меланоциты 33
мембрана Десцемета 50
менархе (первая менструация) 140
менопауза 137
менструация 140
метаболизм (обмен веществ) 20
метроциты 33
мечевидный отросток 27
миелин 53
миелиновая оболочка 42
микроворсины 58
микроканальцы 40
миндалевидное тело 47
миндалины 54, 55
миозин 40
миозиновые нити 38
миокард 37
миофибриллы 38
митоз (митотическое (непрямое) деление) 18
митохондрии 18
митральный клапан 37
мобильные суставы 30
мозг 14
мозговое вещество надпочечника 76
мозговые оболочки 17
мозжечок 48
мозолистое тело 47
молоточек 54
молочные зубы 109
моляры 109
моноциты 88
моча 77
мочевая система 120
мочевой пузырь 120
мочеиспускательный канал (уретра) 121
мочеточник 77
мошонка 130
мышечная система 36
мышечная стенка 37
мышечные волокна 38
мышца бедра 31
мышца-разгибатель 36, 37
мышца-сгибатель 36, 37
мышцы 36
мышцы-антагонисты 38
мышцы-выпрямители волос 49
мягкая (сосудистая) мозговая оболочка 46
мягкое нёбо 62

Н

надгортанник 25
надколенник 28
(над)коленная чашечка 28
надкостница 34
надкостница черепа 34
надногтевые пластинки 34
надпочечники 76
надхрящница 25
надчерепная мышца 34
наковальня 54
наружная лодыжка 28
наружное ухо 54
наружные связки 32
наружный бедренный мыщелок 28
нейрогипофиз 21
нейроглия 43
нейролеммоциты 43
нейронная мембрана 43
нейроны 42
нейроэндокринная система 21
нейтрофилы 89
неподвижные суставы 30
нервная система 42
нервная ткань 16
нервное волокно 38
нервные импульсы 49
нервные клетки 42
нервные окончания 33
нервные пути 60
нервы 26
несахарный диабет 74
нефроны 126
нёбно-язычная мышца 63
нёбные миндалины 58
нёбный язычок 151
нёбо 58
нижняя челюсть 23
ногтевая луночка 35
ногтевое ложе 35
ногтевой корень 34
ногти 34
норадреналин 76
нос 79
носовая кость 23
носовая перегородка 78
носовая полость 57
носовое отверстие 26
носоглотка 80

О

обезвоживание 21
обмен веществ 20
ободочная кишка 103
оболочки 17
обоняние 49
обонятельное поле 57
обонятельные клетки 57
обонятельные луковицы 57
обонятельные рецепторы 23
обонятельные ямки 79
обонятельный аппарат 26
обонятельный нерв 57
овальное окно 55
овуляция 139
окно улитки 55
околосуставная связка 32
околоушный 104
окостенение 24
окситоцин 68
омертвевшие ткани 35
оплодотворение 142
органы 13
осмотическое давление 87
оссификация 24
остеобласты 25
остеон 24
остеоциты 24
осязание 46
осязательное тельце 33
осязательные рецепторы 33
осязательный мениск (диск Меркеля) 60
отверстия 131
отторжение ткани 101

П

пазухи 79
палочки 51
пальцы 29
пальцы руки 29
пальцы стопы 29
память 42
панкреатические островки (островки Лангерганса) 74
панкреатический проток 75
панкреозимин (холецистокинин) 104
парасимпатические нервы 44
паратгормон 68
паращитовидные железы 68
паутинная оболочка головного мозга 47
пенис (половой член) 130
пепсин 103
пептиды 104
пептоны 103
передняя зубчатая мышца 27
передняя камера глаза 50
перехват узла (перехват Ранвье) 42
перимизий 41
периост 24
перистальтика 37
периферическая нервная система 42
периферическое зрение 52
петля Нефрона (петля Генле) 127
печеночная артерия 94
печеночные вены 94
печень 116
пигментные зерна 33
пищеварение 103
пищеварительная система 102
пищеварительный тракт 103
пищевод 103
плазма крови 87
пластинки роста 24
плацента 142
плевра 17
плеврит 82
плечевая артерия 87
плечевая кость 25
плечевой пояс 28
плечевой сустав 30
плечи 26
плод 137
плюсневый сустав 30
плюсневые кости 29
пневмония (воспаление легких) 82, 83
подбородочно-язычная мышца 63
подвздошная вена 95
подвздошная кишка 103
подвздошная кость 28
подвздошная мышца 114
подвздошно-поясничная мышца 114
подвздошные артерии 94
подвздошные вены 94
поддерживающие связки 50, 51
поджелудочная железа 74
поджелудочные соки 103
подключичная артерия 87
подключичные вены 95
подкожная вена ноги 87
подкожный жир 33
подколенная вена 95
подмышечная впадина 34
подостная мышца 36, 37
подъязычная кость 61
подъязычно-язычная мышца 63
позвонок 25
позвоночник 25
позвоночный диск 26
позвоночный столб 25
полая вена 74
полиморфы 88
половые гормоны 77
половые губы 136
половые железы 71
половые органы 131
полосатые мышцы 37
полукружные каналы 56
полулунная кость 28
полушария головного мозга 48
портальная вена 71
портняжная мышца 36, 37
постоянные зубы 110
потовые железы 33
почечная артерия 87
почечная вена 87
почки 126
поясница 26
поясничные нервы 42
поясничные позвонки 26
поясничный отдел 26
правое предсердие 90
предвигательные участки коры головного мозга 49

предплечье 26
предплюсна 28
предплюсневая кость стопы 29
предсердие 37
предсердно-желудочковый пучок (пучок Гиса) 152
предсердно-желудочковый узел 44
предстательная железа 130
премоляр 109
прессорецептор (тельце Пачини) 33
придаток яичка 130
пристеночная плевра 82
прогестерон 68
продолговатый мозг 47
произвольно сокращающиеся мышцы 37
проксимальные фаланги 29
пролактин (лактогенный гормон) 69
промежность 136
простагландины 138
протеины 66
протоки 130
протромбин 88
прямая кишка 103
птиалин 103
пульс 92
пуповина 142
пучок вегетативных нервных волокон 48
пястные кости 29
пяточная кость 29
пяточное сухожилие 36, 37

Р

равновесие 56
радужка (радужная оболочка) 35
раковая опухоль 82, 83
реабсорбация 126
реберная клетка 27
реберное дыхание 27
реберный хрящ 27
ребро 27
ревматоидный артрит 30
резцы 109
релаксация мышц 38
ренин 77
репродуктивная система 130
ресничное тело 50
ретикулярная формация 48
ретинальная артерия 53
рефлексы 37
рефлекторная деятельность 36
рефлюкс (обратный ток) 112
рецептор боли 33
рецептор слуха 54
рецептор тепла 33
рецептор холода 33
рецепторы 23
речь 49
решетчатая кость 57
рибосомы 18
роговица 50
родинки 24
роды 137
рот 61
ротовая полость 106
рука 28
рукоятка (грудины) 27

С

сальные железы 33
сахар 74
сахарный диабет 74
связки 41
седалищная кость 28
секретин 67
селезенка 98
селезеночная артерия 75
семенная артерия 87
семенная вена 87
семенные пузырьки 130
семявыносящий проток 121
сенсорные нервы 43
сердечная мышца 37
сердечно-сосудистая система 86
сердечные нервы 44
сердце 37
серое вещество 46
серозная оболочка 17
сетчатка 50
сигмовидная ободочная кишка 123
симпатические нервы 44
синапс 43
синаптическая щель 38
синовиальная жидкость 17
синовиальная оболочка 17
синовиальные сумки 30
синовиальные суставы 30
синусоиды 94
синусы 79
скелет 22
скелетные мышцы 37
складки ногтя 35
склера 50
скуловая кость 23
скулы 26
слезная кость 23
слезная пленка 50
слезные протоки 50
слезы 50
слепая кишка 103
слепое пятно 50, 51
слизистая оболочка 17
слизь 17
слой Боумана 50
слух 46
слуховая косточка 37
слуховой центр 56
слуховые рецепторы 23
слюна 58
слюнные железы 106
соединительная ткань 16
соединительный нерв 46
сознание 48
сократительные белки 38
солевой уровень 77
соматическая нервная система 44
сон 48
сонная артерия 44
соски 69
сосочковая мышца 37
сосудистая оболочка глазного яблока 50
сосцевидное тело 70
сосцевидные отростки 55
сочлененный хрящ 30
сперма 18
сперматозоиды 134
спина 31
спинной мозг 47
спинномозговая (цереброспинальная) жидкость 43
спинномозговые нервы 44
среднее ухо 26
средняя фаланга 30
ствол мозга 46
стекловидное тело 50, 51
стекловидный канал 50, 51
стержень волоса 33
стероиды 66
стопа 29
стремечко 54
стремя 37
стремянная мышца 37
стресс 21
строма 50
структура скальпа 34
ступня 29
суставная капсула 30
суставный хрящ 30
суставы 41
сухожилия 41
сухожилия, ограничивающие с боков подколенную ямку 41
сухожилия разгибателей, сгибателей 41
сухожильные влагалища 41
сухожильные хорды 91
сухожильный шлем 34
сферический мешочек 54
сфинктер Одди 118

Т

таз 22
тазобедренный сустав 30
тазовые кости 28
тазовый пояс 26
таламус 47
таранная кость 28
твердая мозговая оболочка 46
твердое нёбо 106
тело клетки 43
тело кости 24
тело ногтя 34
тельце Краузе 33
тельце Мейсснера 33
тельце Пачини 33
тельце Руффини 33
теменная доля 46
тендовагинит 41
тендосиновит 41
тестостерон 68
тибиальная вена 95
тимус 98
тиреотропный гормон (ТТГ) 70
тирозин 35
тироксин 72
токсины 89
толстая кишка 123
толстые окрашенные волосы 35
тонкая кишка 103
тонкие пушковые волосы 35
тощая кишка 103
трапециевидная кость 28
трапециевидная мышца 36, 37
трахея 25
трехглавая мышца 36, 37
трехгранная кость 28
трехстворчатые клапаны 90
тромбоциты 87
трофобласт 142
трубчатые кости 24
тугоподвижный сустав 30
турецкое седло 70

У

увеальное кровоснабжение 50, 51
увеальный тракт 50
углеводы 20
уздечка 106
улитка 55
улитковый нерв 54
уретра 131
ухо 54
ушная раковина 54
уши 26

Ф

фаланга пальца 29
фаллопиевы трубы 135
фаринкс 80
фекалии 122
ферменты 67
фибрин 88
фибриноген 88
фибробласты 31
фиброзные суставы 31
флексоры 93
фокусирование 52
фолиева кислота 88
фолликул 35
фолликулостимулирующий гормон (ФСГ) 71
фруктоза 20

Х

хилус 97
хлористый натрий 77
холестерин 119
хорионический гонадотропин человека (ХГЧ) 142
хромосомы 18
хрусталик 50
хрящ 24
волокнистый 25
гиалиновый 25
эластический 26
хрящевой диск 28
хрящевой клапан 30

Ц

царская вена 95
центральная нервная система 46
цервикальные нервы 42
цилиарная мышца 50, 51
цилиарное тело 50
цилиндрические суставы 30
цитоплазма (протоплазма) 18

Ч

челюсть 14
череп 26
черепная полость 14
черепно-мозговые нервы 44
черное вещество 47
черпаловидный хрящ 61
четырехглавая мышца бедра 31
чувствительные волокна 44
чувствительные нервы 43

Ш

шарнирный сустав 30
шаровидный сустав 26
шванновские клетки 43
шейка матки 137
шейные нервы 42
шея 28
шило-язычная мышца 63
широчайшая мышца спины 27

Щ

щечная мышца 102
щитовидная железа 72
щитовидный хрящ 61

Э

экзокринная железа 33
эластин 24
эластиновые волокна 33
эластические волокна 25
эластический хрящ 26
эллиптический мешочек 54
эмоции 34
эмфизема 82, 83
эндемический зоб 72
эндокринная система 66
эндокринные железы 70
эндолимфа 55
эндометрий 17
эндомизий 41
эндотелий 50
энергетические резервы 20
энергия 20
энзимы 20
эозин 89
эозинофилы 89
эпидермальные клетки 34
эпидермис 33
эпимизий 41
эпителиальная ткань 16
эпителиальные клетки 57
эпителий 50
эпифиз 24
эпифизарные кровеносные сосуды 24
эпонихий 35
эритроциты 87
эстроген 68

Я

ягодицы 28
ядро мышечной клетки 39
язык 58
языкоглоточный нерв 58
язычная артерия 106
язычные миндалины 58
язычок 80
яички 132
яичковая артерия 132
яичковый фолликул (граафов пузырек) 141
яичники 138
ямка 51
яремная вена 72

Анатомический атлас

Лицензия ЛР № 010271 от 08.01.98 г. ГМП «Первая Образцовая типография».

Подписано в печать с готовых диапозитивов 15.01.98. Формат 60 × 90/8. Бумага мелованная 130 г/м^2.
Печать офсетная. Печ. л. 10. Тираж 10 000 экз. Заказ 666.

Подготовлено к изданию и отпечатано в Государственном ордена Октябрьской Революции, ордена Трудового Красного Знамени Московском предприятии «Первая Образцовая типография» Государственного комитета Российской Федерации по печати. 113054, Москва, Валовая, 28.

- *СТРОЕНИЕ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА ОТ КЛЕТОК ДО ТКАНЕЙ И ОРГАНОВ*
- *СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ТЕЛА И КАК ОНИ ФУНКЦИОНИРУЮТ*
- *ПОДРОБНЫЙ СЛОВАРЬ-СПРАВОЧНИК, СОДЕРЖАЩИЙ БОЛЕЕ 250 АНАТОМИЧЕСКИХ ТЕРМИНОВ*
- *УДОБНЫЕ В ПОЛЬЗОВАНИИ СХЕМЫ И ДИАГРАММЫ*